Eine vergleichende Untersuchung über die Abform-und Modellmaterialien zur Herstellung von Vollgußkronen

---

von

Ernst Josef Gerhard Meisner

aus Vordergeiersber/Oberwarmensteinach

1966

1966 № 92

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535718_0077

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK
LEIDEN

Aus der Prothetischen Abteilung
(Vorstand: Prof.Dr.Dr. H. Paschke)
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkranke
(Direktor: Prof.Dr.Dr. G. Steinhardt)
der Friedrich - Alexander - Universität Erlangen - Nürnberg

Eine vergleichende Untersuchung über die Abform- und Modellmaterialien zur Herstellung von Vollgußkronen.

INAUGURAL - DISSERTATION
ZUR
ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
DER
HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER
FRIDRICH-ALEXANDER-UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

vorgelegt von
Ernst Josef Gerhard M e i s n e r
aus Vordergeiersber/Oberwarmensteinach

Erlangen - Nürnberg 1966

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen - Nürnberg.

Dekan: Prof.Dr.Dr. G. Steinhardt
Referent: Priv.-Doz.Dr. L. Kobes
Koreferent: Prof.Dr.Dr. H. Paschke

Tag der mündlichen Prüfung: 22.3.1966

Meiner Mutter in Dankbarkeit gewidmet.

Es ist mir ein besonderes Anliegen, Herrn
Priv.-Doz. Dr. L. K o b e s für die Überlassung
des Themas und für seine Unterstützung bei der Durchführung
der Versuche zu danken.
Herrn Professor Dr.Dr. H. P a s c h k e danke ich
für das Überlassen eines Arbeitsplatzes und für
die Übernahme des Koreferats.

Inhaltsübersicht

		Seite
I.	Einleitung	1
II.	Problemstellung	2
III.	Versuchsbeschreibung	4
	1. Der Phantomstumpf und der Präparationskörper	4
	2. Die Abdrucknahme	5
	3. Die verwendeten Abdruckmaterialien	10
	a. Thermoplastische Abdruckmaterialien	10
	b. Elastische Abdruckmaterialien	10
	4. Die verwendeten Modellmaterialien und die Modellherstellung	12
	5. Das Vermessen des Präparationskörpers und der Modelle	16
	a. Die Meßlehre	17
	b. Das Meßmikroskop	21
	c. Das Vermessen des Präparationskörpers	22
	d. Das Vermessen der Modelle	22
	e. Ein Beispiel	23
	f. Fehlerrechnung	25
IV.	Versuchsergebnisse	27
V.	Kritische Betrachtung der Versuchsergebnisse	35
	1. Die Abdruckmaterialien	35
	a. Thermoplastische Abdruckmaterialien	35
	b. Elastische Abdruckmaterialien	37
	2. Modellmaterialien	43
VI.	Diskussion der Ergebnisse	49
VII.	Schlußbemerkungen	58
VIII.	Zusammenfassung	61
IX.	Literaturverzeichnis	64
X.	Streukurven der einzelnen Versuchsreihen	67

I. Einleitung

Die "indirekte Abformtechnik" ist heute bei der Herstellung von Inlays, Kronen und Brücken eine allgemein gebräuchliche und anerkannte Methode, obwohl ihr viele Ungenauigkeiten anhaften.

Von den bei der "indirekten Abformtechnik" verwendeten Materialien können in jeder der folgenden Arbeitsstufen Veränderungen verursacht werden:

1. durch das zur Abdrucknahme verwendete Kupferband;
2. durch das Abdruckmaterial, das beim Kupferbandabdruck vom Präparationskörper verwendet wird;
3. durch das Modellmaterial bei der Herstellung des Modells;
4. durch das Gußwachs bei der Herstellung des Wachsmodells zum Guß;
5. durch die Einbettmasse bei der Vorbereitung zum Guß;
6. durch die Gußkontraktion des verwendeten Metalls (JLG (12)).

Die Veränderungen durch das Kupferband (Punkt 1) können vernachlässigt werden. Sie betragen nach JLG (12) +/- 0,0017 % linear.

Jedoch schon die Veränderungen des Abdruckmaterials (Punkt 2) sind so schwerwiegend, daß JLG (10) zu dem Schluß kommt: "Die Hohlform des Kupferbandabdrucks ist mit der Präparation ..... nicht kongruent, sie ist ihr nicht einmal ähnlich". Diese Feststellung gilt sowohl für die thermoplastischen als auch für die elastischen Abdruckmaterialien.

Daß auch die Modellmaterialien (Punkt 3), je nachdem, aus welchem Material sie bestehen, verschiedene Kontraktions- bzw. Expansionswerte aufweisen, ist eine feststehende und allgemein bekannte Tatsache (FALCK - WEIKART (2), JLG (12, 16, 27), SKINNER (30)).

Die Gußwachse (Punkt 4) zeigen eine stark von der Temperatur abhängige Kontraktion bzw. Expansion (FALCK - WEIKART (2), JLG (12), SKINNER (30)).

Schon der Temperaturunterschied, der bei der"direkten Abformtechnik" auftritt - Modellieren im Mund bei annähernd Körpertemperatur und Weiterverarbeitung im Labor bei wesentlich geringerer Temperatur - ergibt eine nicht zu unterschätzende Kontraktion (FALCK - WEIKART (2)).

Die Veränderungen durch die Einbettmasse (Punkt 5) sind sehr variabel und bei jeder Einbettmasse verschieden. Die entsprechenden Werte werden von den Herstellerfirmen jeweils für ihre Produkte angegeben.

Die Gußkontraktion des Dental-Goldes (Punkt 6) ist bekannt mit rund 1,6 % linear (FALCK - WEIKART (2), JLG (12, 15), SKINNER (30)).

Eine Präzisionsarbeit, wie sie eine Krone darstellen sollte, hängt bis zu ihrer Fertigstellung von so viel Imponderabilien ab, daß nur exaktestes Arbeiten des Zahnarztes bei der Abdrucknahme nach sorgfältigstem Beschleifen des Zahnes und gewissenhaftes Arbeiten des zahnärztlichen Technikers bei der Modellherstellung zu einem Ergebnis führen, das den hohen Anforderungen genügt, die heute an einen festsitzenden Zahnersatz - sei es eine Krone, eine Brücke oder ein Inlay - gestellt werden.

II. Problemstellung

Ist es möglich, die Größe eines Modells in der "indirekten Abformtechnik" durch die Wahl des Abdruck- wie auch des Modellmaterials zu unseren Gunsten zu beeinflussen?

Wie in den Punkten 2 und 3 angegeben, unterliegen sowohl die

Abdruckmaterialien als auch die Modellmaterialien bei der Herstellung der Modelle für die "indirekte Abformtechnik" Veränderungen, die in der Natur der Materialien begründet sind. Ob es möglich ist, diese Veränderungen durch Kombination verschiedener Abdruckmaterialien mit verschiedenen Modellmaterialien gezielt auszunutzen und dadurch Einfluß auf den Modelldurchmesser nehmen zu können, soll in dieser vergleichenden Untersuchung geklärt werden.

Die gestaltlichen Veränderungen der Kupferbandabdrücke und der von ihnen gewonnenen Modelle werden außer Betracht gestellt. Beides wurde schon von JLG (18, 19, 20, 21, 22, 23, 24) untersucht und dargelegt.

Untersucht wird der Durchmesser von Modellen aus verschiedenen Modellmaterialien, die mit verschiedenen Abdruckmaterialien durch Kupferbandabdruck von einem Präparationskörper gewonnen wurden. Der Durchmesser des Präparationskörpers und die Durchmesser der Modelle werden optisch mit einem Meßmikroskop und mit einer selbstentwickelten Meßlehre vermessen und miteinander verglichen.

Anlaß zu dieser Untersuchung war die Tatsache, daß eine Vollgußkrone - das gleiche gilt auch für eine Verblendkrone, Gußkappe oder Teleskopkrone - trotz exaktester Präparation und sorgfältigster Abdrucknahme beim Einsetzen nicht zum endgültigen Sitz gebracht werden kann. Nachträgliches korrigierendes Schleifen an Zahn oder Innenrand der Krone stellt aber den exakten Randschluß in Frage oder macht ihn unmöglich. Damit wird aber die Eigenschaft einer Vollgußkrone zerstört, die sie in therapeutischer Hinsicht über die Bandkrone stellt.

Es ist als Aufgabe angesehen worden, zu klären, ob es durch sinnvolle Kombination von Abdruck- und Modellmaterial möglich

wäre, ein Modell zu erhalten, das dieser Erscheinung entgegenarbeitet.

III. Versuchsbeschreibung

1. Der Phantomstumpf und der Präparationskörper.

Es wurde in Anlehnung an JLG (12) ein aus Hartstahl gedrehter, konischer Stumpf als Präparationskörper verwendet, der abstrahiert einen für eine Vollgußkrone beschliffenen Molaren oder Prämolaren darstellt.

Dieser Präparationskörper (Abb. 4, Ziff. 1) hat eine Gesamthöhe von 6,5 mm und an seiner breitesten Stelle einen Durchmesser von 9,3 mm. Der konische Anteil des Präparationskörpers ist 4,0 mm hoch, der obere, kleinere Durchmesser 7,5 mm (siehe Zeichnung Abb. 2).

Dieser Präparationskörper geht in seinem dem cervicalen Anteil der Krone entsprechenden Anteil in einen zylindrischen Ab-

Abb. 1 Der Präparationskörper

schnitt über; dies war aus meßtechnischen Gründen notwendig. Dieser cervicale, zylindrische Abschnitt wird von einer Stufe begrenzt. Dadurch wird der für die Messungen maßgebende zylindrische Teil immer von einer gewissen Menge Abdruckmaterial umfaßt, die eine bestimmte Mindeststärke nicht unterschreitet (Abb. 1 und 2).

Zur besseren Handhabung bei der Abdrucknahme und auch zur Wärmespeicherung ist dieser Präparationskörper mittels eines angedrehten Gewindes in einem Aluminiumzylinder (Abb. 4, Ziff.3) befestigt und mit einer Feststellschraube (Abb. 4, Ziff. 4) arretierbar.

Um eine Kippung beim Abziehen der Kupferbandabdrücke zu vermeiden, ist zwischen Präparationskörper und Sockel eine Sechskantschraube (Abb. 4, Ziff. 3) auf das Gewinde geschraubt, durch deren Drehung der Kupferbandabdruck nahezu parallel abgehoben werden kann (Abb. 3 und 4).

2. Die Abdrucknahme.

Der Phantomstumpf wird vor der Abdrucknahme in einem "Colora" - Ultra Thermostat, Type KLZ 42 . 60 - 2 - 160 D (Firma COLORA Meßtechnik GmbH, Lorch (Württ.)) auf eine Temperatur von 36° C erwärmt (JLG (19)), (Abb. 5).

In diesen Ultra-Thermostaten wird ein Becherglas mit Wasser eingehängt. In dieses Becherglas kommt der Phantomstumpf, und zwar so, daß das Wasser nur den Sockel des Phantomstumpfes bedeckt.

Vor der Abdrucknahme wird der Präparationskörper mit Speichel isoliert, um wirklichkeitsnahe Verhältnisse zu schaffen (JLG (12, 14)).

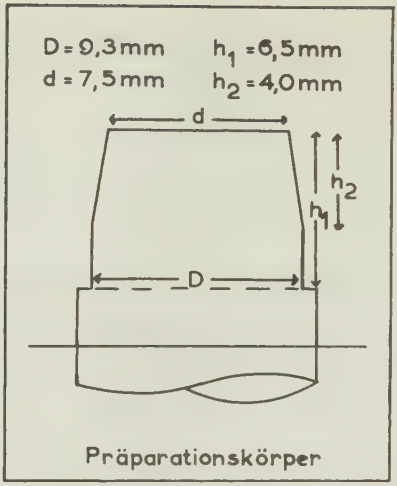


Abb. 2

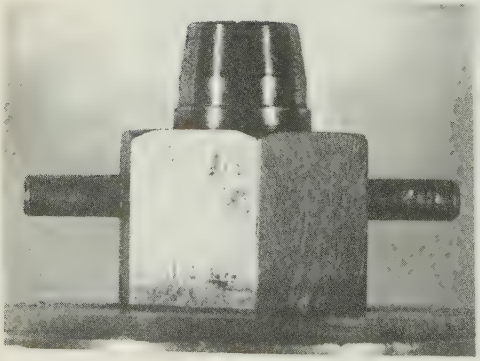


Abb. 3 Der Phantomstumpf

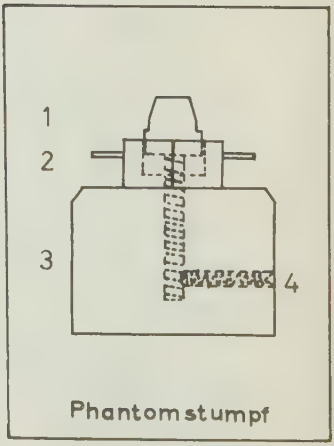


Abb. 4

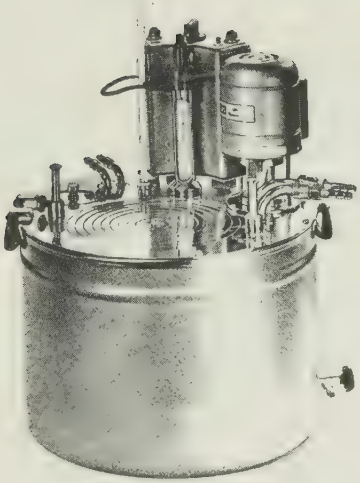


Abb. 5 "Colora" - Ultra - Thermostat

Zur Abdrucknahme werden Kupferringe Nr. 34 "hart" verwendet. (Firma Dentaurum, Pforzheim).

Der obere Rand der Kupferringe wird eingeschnitten und nach innen umgebördelt. Zwei Lamellen werden etwas tiefer eingeschnitten und nach außen umgebogen, um das überschüssige Abdruckma-

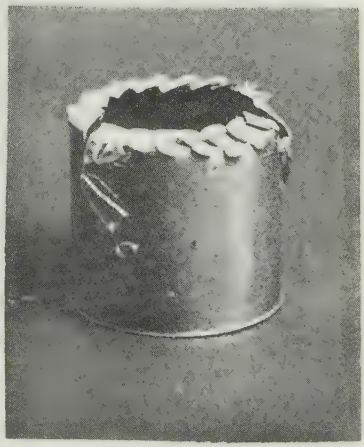


Abb. 6 Der Kupferring

terial entweichen zu lassen (Abb. 6).

Für die Abdrücke mit den thermoplastischen Abdruckmaterialien werden die Kupferringe zusammen mit den Abdruckmaterialien ca. 20 Minuten bei 56° C ± 2° C vorgewärmt (HENKEL (4), JLG (12)).

Für die Abdrücke mit den Siliconabdruckmassen werden die Kupferringe mit einem Haftlack eingestrichen. Es wird die Grundierlösung von SILACRYL (Firma Bodensee - Dental, Konstanz) und der Haftlack RETO (Lastic - Adhäsiv der Firma A. Kettenbach, Wissbach/Dillkreis) verwendet. Mit beiden wird eine gute Verklebung der teilweise sehr dünnen Abdruckmittelschichten mit dem Ring erreicht.

Das Vorwärmen der thermoplastischen Abdruckmittel geschieht in einem Wärmetopf "Prometheus", Typ FK 10 (Abb. 7).

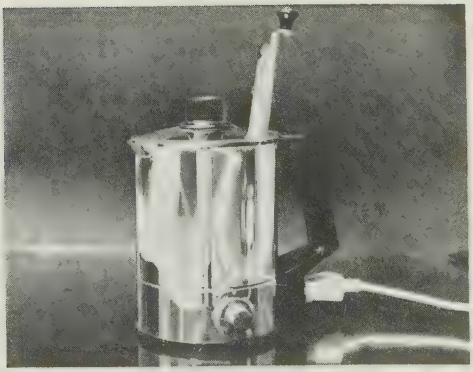


Abb. 7 Der Wärmetopf

Bei Stufe "3" wird die Temperatur des Wasserbades auf 56° C ± 2° konstant gehalten. Dies entspricht den Vorschriften der Hersteller über die Verarbeitung thermoplastischer Abdruckmaterialien (31, 32).

Die thermoplastischen Abdruckmaterialien werden in entsprechenden Portionen zusammen mit den Kupferringen erwärmt. Sobald das Material plastisch ist, wird es in die Kupferringe eingebracht und noch etwa 15 Minuten bei der vorgeschriebenen Temperatur im Wasserbad belassen, um eine gleichmäßige Durchwärmung zu gewährleisten, die nach ca. 20 Minuten sicher erreicht ist (HENKEL (4), JLG (12)).

Die elastischen Abdruckmaterialien werden entsprechend den Herstellervorschriften verarbeitet (33, 34, 35).

Die Adaptierung der Kupferringe mit dem Abdruckmaterial auf dem Phantomstumpf geschieht mit immer möglichst gleichmäßigem Fingerdruck, bis der Kupferring auf der Sechskantschraube aufsitzt. Der Phantomstumpf mit dem adaptierten Kupferring wird wieder in das Wasserbad gebracht, um die Erhärtung bei 36° C (± 1°) abzuwarten. Der Kupferring mit dem Abdruckmaterial kommt nicht mit Wasser in Berührung. Ist das Abdruckmaterial abgebunden bzw. erhärtet, so wird das Kupferband mit dem Abdruck durch Drehen der Sechskantschraube entfernt. Der Abdruck wird als brauchbar angesehen, wenn der Kupferring innen vollständig mit dem Abdruckmaterial ausgekleidet ist.

Die Abdrücke mit den thermoplastischen Abdruckmaterialien werden kurze Zeit nach der Abdrucknahme mit den Modellmaterialien ausgegossen, umVeränderungen durch Temperaturunterschiede zu vermeiden.

Die Abdrücke mit den elastischen Abdruckmaterialien werden mindestens 24 Stunden liegen gelassen, um eine Rückstellung

und Beruhigung des Materials zu erreichen (JLG (19, 23)). Nach SKINNER - PHILLIPS (30) wird aber die Paßgenauigkeit eines Gußobjektes bei längerer Liegedauer schlechter. Dies ist bei SKINNER - PHILLIPS (30) am Beispiel eines MOD - Inlays demonstriert. Daß sich Silikonmassen und Thiokolabformmaterialien bei längerer Liegedauer weiter kontrahieren, daß folglich die Abdruckhohlform eines Kupferbandabdruckes für eine Vollkrone größer wird, geben auch SKINNER und PHILLIPS (30) an.

Die Aufbewahrung erfolgt bei annähernd konstanter Zimmertemperatur von durchschnittlich 20,5° C, ohne Berücksichtigung der Luftfeuchtigkeit.

3. Die verwendeten Abdruckmaterialien.

a. Thermoplastische Abdruckmaterialien.

(XANTYGEN, KERR - Impression - Compound Nr. 2, Soft Green).

Es standen XANTYGEN (Firma "Bayer", Leverkusen) und KERR - Impression - Compound Nr. 2, Soft Green (Firma Kerr Manufacturing Co., Detroit 8, Michigan, USA) zur Verfügung.

Entsprechend den Vorschriften der Hersteller (31, 32) werden die Materialien in einem elektrischen Wärmetopf "Prometheus", Typ FK 10 bei 56° C (± 2°) vorgewärmt. Diese Temperatur wird bei Schalterstellung "3" annähernd konstant selbsttätig gehalten. Die Materialien werden bis zur Erweichung zusammen mit den Kupferringen vorgewärmt, dann in diese eingebracht und nochmals 15 Minuten im Wasserbad belassen, wie dies HENKEL und JLG vorgeschlagen haben.

b. Elastische Abdruckmaterialien.

Als elastische Abdruckmaterialien werden solche auf Siliconbasis verarbeitet.

Die Silicone stehen ihrem Aufbau nach zwischen organischer und anorganischer Chemie. Sie sind polymere Verbindungen, in denen Siliciumatome durch Sauerstoffatome zu Ketten verbunden sind. Die restlichen Siliciumvalenzen sind mit Radikalen abgesättigt. Man unterscheidet Siliconharze, Siliconöle und Siliconkautschuk. Die zahnärztlichen Silicon - Abformmassen sind Produkte auf der Basis von Siliconkautschuk. Dieser entsteht aus $(CH_3)_2SiCl_2$ durch Hydrolyse und anschließende Kondensation bzw. Polymerisation. Durch Erhitzen mit aktiver, hochdisperser SiO_2 und Benzoylperoxyd auf 200 - 250° C wird der Siliconkautschuk zu einem wärmebeständigen, kautschukelastischen Gummi vulkanisiert, der zwischen -50 und + 200° C elastisch bleibt. Durch Füllmittel werden ihre mechanischen Eigenschaften beeinflußt. Die zahnärztlichen Siliconmassen enthalten keine das Gewebe reizenden Zusätze. Sie kommen als Pasten in den Handel und werden mit einem Härter angerieben, der meist ein Salz der Laurinsäure ist.

Das Anmischen erfordert etwa 1 - 1 1/2 Minuten, die Abbindung bzw. das Erhärten, d.h. der Übergang vom Sol- in den Gel-Zustand im Mund 2 - 3 Minuten. Durch Zugabe von mehr Härter kann die Abbindung beschleunigt werden. Sie sind wasserabstoßend und müssen deshalb nicht sofort ausgegossen werden wie die Alginate, da sie bei Lagerung an der Luft keinen so starken Volumenänderungen unterliegen wie die Alginate. (FALCK - WEIKART (2)).

Als elastische Abformmaterialien werden in dieser vergleichenden Untersuchung verwendet:
XIRUX, LASTIC 55, GALLE'- ALL - IN - ALL - SILICONE.

XIRUX (Firma M. Woelm, Eschwege) wird aus einer plastischen Masse und einer Härterflüssigkeit angemischt. Entsprechend der

Anweisung des Herstellers (35) wird die benötigte Menge des Abdruckmaterials - ein Teilstrich - auf die Anmischplatte gestrichen und die entsprechende Menge Härterflüssigkeit - pro Teilstrich 3 Tropfen - zugegeben. Mit dem Spatel und von Hand wird die Härterflüssigkeit in die Abdruckmasse eingeknetet. Ist die Masse völlig homogen, so wird sie in den Kupferring eingebracht.

LASTIC 55 (Firma A. Kettenbach, Wissbach/Dillkreis) wird, entsprechend den Verarbeitungsvorschriften (33), auf einer Anmischplatte mit den beiden aktivatoren vermischt und zu einer gleichmäßig grün gefärbten Masse durchgespatelt. Pro Zentimeter der Siliconmasse wird ein Tropfen der beiden Aktivatoren zugegeben.

GALLE'- ALL - IN - ALL - SILICONE (Firma V.S. Gallé, St. Georgen/Schwarzwald) wird ebenfalls nach den Angaben des Herstellers verarbeitet (34). Neben einen Strang Gallé - Abdruckmaterial wird je ein Strang der beiden Aktivatoren, je 1/5 der Länge des Gallé - All - in - All - Silicone - Stranges, gelegt und gründlich und rasch vermischt.

4. Die verwendeten Modellmaterialien und die Modellherstellung.

RUWAREX (Firma Ruwarex, Dental - Labor- Bedarf GmbH., Berlin) wird genau nach Gebrauchsanweisung verarbeitet (36). Zu Ruwarex "1" wird unter ständigem Rühren Ruwarex "2" tropfenweise zugegeben. Hat sich die Paste blaugrün bis blau verfärbt, werden die Abdrücke mit einem Pinsel im Innern blasenfrei damit beschickt und schließlich vollständig gefüllt. Nach ungefähr einer Stunde ist das Modellmaterial erhärtet und der Kupferring mit der Abdruckmasse kann entfernt werden. Anschließend wird das Modell vermessen.

Die Abdrücke aus thermoplastischem Abdruckmaterial werden zur

Entfernung von den Modellen in das Wasserbad im Wärmetopf bei 56° C gebracht und erweicht und dann entfernt. Wenn nötig, werden die Modelle mit Chloroform von anhängenden Abdruckmaterialresten befreit.

Die Abdrücke aus elastischen Abdruckmaterialien werden nach Erstarrung des Modellmaterials vorsichtig von diesen abgezogen.

Modelle nach verkupferten Abdrücken: Es wird das an der Klinik gebräuchliche Verkupferungsverfahren angewendet(KOBES (28)).

Die Abdrücke werden als erstes mit einer Seifenlösung gesäubert und entfettet; anschließend werden sie mit 30%igem H_2O_2 ausgepinselt: die Abdrücke aus thermoplastischem Abdruckmaterial einige Sekunden, die Abdrücke aus elastischem Abdruckmaterial ca. 1 Minute. Dann werden die Abdrücke mit Spiritus ausgewaschen und vollständig trockengeblasen. Als nächster Arbeitsgang wird kolloidale Graphitpaste METALLIZING GRAPHITE "Aquadag" (Firma Hanau Engineering Co., Inc., Buffalo 9, N.Y., USA) mit etwas Wasser angerührt und der Abdruck innen mit dieser Paste sehr dünn und gleichmäßig eingepinselt, um die Innenfläche elektrisch leitend zu machen. Der Kupferring wird mit einer dünnen Wachsplatte isolierend umhüllt und auf einen geeigneten Träger - wir verwendeten BAYER - Basisplatten oder Plättchen der Zahnsortimente - aufgeschmolzen. An diesem Träger ist ein Haken befestigt, der sowohl zum Einhängen des Trägers in die Elektrolytlösung, als auch zur Herstellung des elektrischen Kontaktes dient. Von diesem Haken führt ein an der Spitze entisoliertes Kupferdrähtchen zum tiefsten Punkt des Abdruckes, dessen Schicht aus Graphitpaste vollständig getrocknet sein muß.

Der Träger mit den Abdrücken - es können selbstverständlich mehrere Abdrücke auf einem Träger befestigt werden - wird in eine Elektrolytlösung eingehängt.

Zur Herstellung der Elektrolytlösung wird folgende Zusammensetzung angegeben:

200,o	Cupr. sulfur.
50,o	Acid. sulf. conc.
10,o	Kal. sulfur.
1000,o	Aqua dest. .

Eine ebenfalls in diese Elektrolytlösung eingehängte Phosphorkupferplatte bildet die Anode, die Abdrücke bilden die Kathode. Es wird durch einen Gleichrichter (Firma H. MIHM - VOGT, Karlsruhe) ein Gleichstrom von 220 Volt und pro Abdruck eine Stromstärke von 20 mA ca. 12 Stunden angelegt, der eine genügend starke Kupferschicht wachsen läßt. Die Zeit von ca. 12 Stunden hat sich als günstig erwiesen, um eine Kupferschicht entstehen zu lassen, die in Bezug auf Oberflächenhärte, Kantenfestigkeit und Stärke allen Ansprüchen genügt, die an sie gestellt werden.

Anschließend werden die verkupferten Abdrücke mit Hartgips ausgegossen und, nach Entfernen des Kupferbandes mit dem Abdruckmaterial, vermessen.

DE TREY - Modellzement (Firma De Trey GmbH., Waldshut/Baden) wird nach Vorschrift (37) möglichst zähplastisch angerührt, indem möglichst viel Pulver in die Flüssigkeit eingerührt wird. Der Modellzement wird dann mit dem Kugelstopfer in die Abdrücke eingebracht und kondensiert. Nach ungefähr einer Stunde ist der Modellzement erhärtet und das Kupferband mit der Abdruckmasse kann entfernt und die Modelle vermessen werden.

Kupferamalgam (Cupro - Muc, Firma Merz u. Co., Frankfurt/Main): Zur Herstellung der Kupferamalgammodelle werden pro Abdruck 9 Tabletten Kupferamalgam in einem Amalgamlöffel bis zum Austritt von Quecksilberperlen erwärmt, im Mörser verrieben und mit dem Kugelstopfer in die Abdrücke einkondensiert (FALCK - WEIKART (2)). Anschließend werden die ausgefüllten Abdrücke für 5 Minuten mit

2 Kilogramm belastet. Nach 24 Stunden werden die Abdrücke von den Kupferamalgammodellen gelöst und vermessen.

Silberamalgam (Standalloy, Degussa, Pforzheim): Pro Abdruck werden 10 Portionen Amalgam mit dem Degussa - Standalloy - Dosator abgemessen und mit dem Degussa - Amalgam - Mischer 30 Sekunden amalgamiert. Das Silberamalgam wird mit dem Kugelstopfer gleichmäßig einkondensiert und anschließend für 5 Minuten mit 2 Kilogramm belastet. Nach 24 Stunden - wenn vollständiges Abbinden und optimale Härte erreicht ist (JLG (14)) - werden die Modelle aus den Abdrücken genommen und vermessen.

MOLDAROC - Hartgips (Firma BAYER, Leverkusen): Nach den Angaben des Herstellers (39) wird zur Herstellung der Moldaroc - Hartgipsmodelle ein Verhältnis von 130 : 30 für Pulver : Flüssigkeit gewählt. Die Gewichtsteile werden mit einer Präzisionswaage "Monopan" (Firma August Sauter, Ebingen/Württemberg) auf 1/100 g genau abgewogen, in einem Resi - Mix - Anrührbecher durchgespatelt und in die Abdrücke eingerüttelt. Nach einer Abbindezeit von 45 Minuten werden die Modelle aus den Abdrücken entfernt und 45 Minuten in einem Wärmeofen (Firma Memmert, Schwabach) bei 70° - 80° C getrocknet. Anschließend werden die Modelle in ein Härterbad 10 Sekunden eingelegt, abgeblasen und wieder 45 Minuten bei 70° - 80° C getrocknet. Das Härterbad besteht aus Polystyrol, gelöst in Amylacetat im Verhältnis 1 : 10 (HOSODA und Mitarbeiter (10)).

GALLE'- Präzisions - Modellmasse (Firma V.S. Gallé, St. Georgen/Schwarzwald): Die Gallé - Modellmasse wird beim Anmischen im selben Verhältnis wie Moldaroc - Hartgips verarbeitet. Sie ist ein sehr feiner, hochwertiger Hartgips. Im Gegensatz zu Moldaroc - Hartgips wird als Härterbad das der Gallé - Modellmasse beigegebene verwendet. Nach den Angaben der Herstellerfirma (34) werden

die Modelle gründlich getrocknet, um die Poren für das anschließende Härterbad zu öffnen. Dies geschieht in einem Wärmeofen (Firma Memmert, Schwabach) 45 Minuten lang bei 70° - 80° C. Danach werden die Modelle 15 Minuten in das Härterbad gelegt und anschließend wiederum 45 Minuten bei 70° - 80° C getrocknet, um das Lösungsmittel des Härterbades auch aus dem Inneren der Modelle zu vertreiben.

DIAMOND DIE (Firma Surgident, Los Angeles 66, California, USA): Entsprechend den Vorschriften der Hersteller (407 wird das Modellmaterial angerührt und gehärtet. Bei Diamond Die handelt es sich nach unseren oberflächlichen Voruntersuchungen um gemahlene Lava mit einem Silicatbinder.

Das Verhältnis Pulver : Flüssigkeit wird mit den der Modellmasse beigegebenen Meßgeräten genau und einfach eingehalten. Das Modellmaterial wird gut durchgespatelt, in die Abdrücke eingerüttelt und mit einem Dowel Pin versehen. Nach einer Abbindezeit von 45 Minuten werden die Abdrücke mit dem Modellmaterial in einen auf 650° C eingestellten Ofen gebracht und genau 8 Minuten darin gelassen. Die genaue Temperatur kann mit einem in der Packung enthaltenen flüssigen Indikator genau bestimmt werden. Bei dieser Temperatur erhärten die Modelle und die Abdruckmasse verbrennt. Die Modelle werden direkt aus dem Ofen in Mineralöl gebracht und darin abgekühlt. Nach dem Reinigen mit einer Zahnbürste werden die Modelle vermessen.

5. Das Vermessen des Präparationskörpers und der Modelle.

Um die linearen Veränderungen des Durchmessers der Modelle festzustellen, verwenden wir die optische Vermessung mit Hilfe einer selbstentwickelten Meßlehre und eines Meßmikroskops (Abb.8).

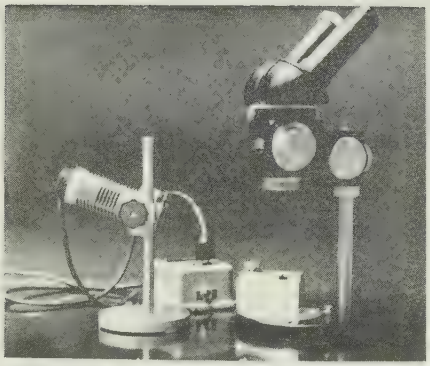


Abb. 8
Das Meßmikroskop, die Mikroskopleuchte, die Meßlehre

a. Die Meßlehre.

Die Meßlehre wurde von uns entwickelt. Sie ist aus Stahl und besteht aus einem Sockel (Abb. 11, Ziff. 1), einem Träger für die feststehende Meßzunge (Abb. 11, Ziff. 2) und einem Läufer als Träger für die bewegliche Meßzunge (Abb. 11, Ziff. 3). Der Läufer kann mit einer Feststellschraube (Abb. 11, Ziff. 4) fixiert werden (Abb. 9, 10, 11, 12).

Der Sockel hat die Abmessungen 70 x 31 x 34 mm. In diesen Sockel ist für den feststehenden und den beweglichen Träger der

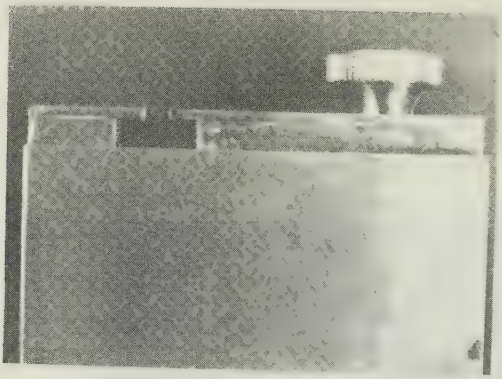


Abb. 9 Die Meßlehre

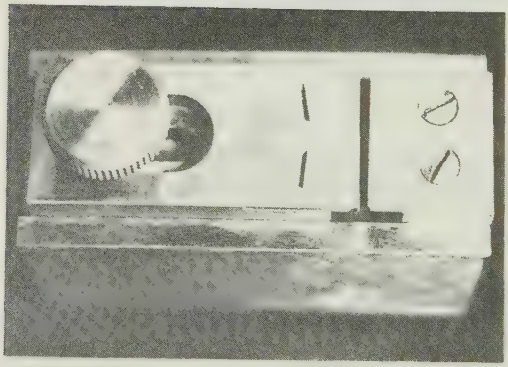


Abb. 10 Die Meßlehre

Meßzungen eine Führungsrinne eingefräst, 21,7 mm breit und 4,2 mm tief. Bei A (Abb. 11) ist der Sockel durchbohrt. Die Bohrung hat

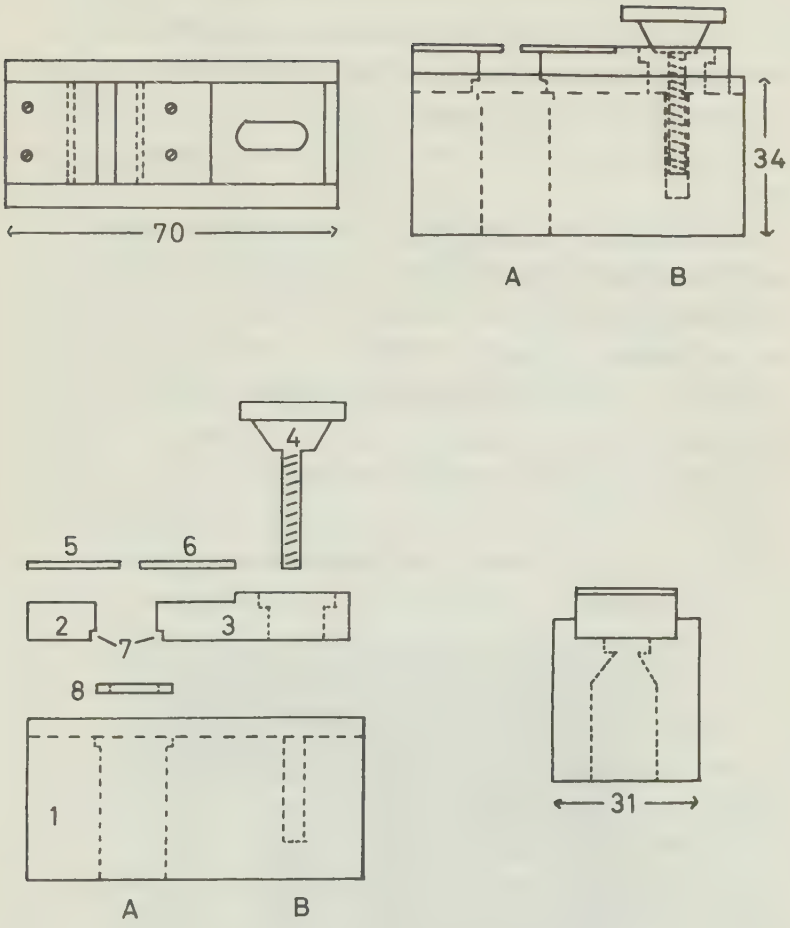


Abb. 11

Die Meßlehre, Konstruktionszeichnung

einen Durchmesser von 14 mm und geht in ein Rechteck von 13,5 mm Länge und 6,5 mm Breite mit abgerundeten Schmalseiten über. Darüber ist eine, zu diesem Rechteck parallele Einsenkung von 17 mm Länge, 10,8 mm Breite und 2 mm Tiefe ausgefräst. Diese Einsenkung kann mit einer genau passenden, in der Mitte durchgebohrten Metallscheibe verschlossen werden (Abb. 11, Ziff. 8). Die Bohrung der Verschlußscheibe hat eine Länge von 11,8 mm und eine Breite von 4,2 mm.

Diese Durchbohrung des Sockels und ihr Verschluß mit der durchbohrten Metallscheibe ist nötig, um den Präparationskörper mit dem Befestigungsgewinde und die Diamond Die - Modelle mit dem Dowel Pin vermessen zu können.

Bei B (Abb. 11) ist in den Sockel ein Gewinde für die Feststellschraube des Läufers eingeschnitten. Dieses Gewinde ist 21,6 mm tief und hat einen Durchmesser von 3,6 mm.

Der Träger für die feststehende Meßzunge (Abb. 11, Ziff. 2) ist 21,7 x 13,4 x 8,5 mm groß, in die Führungsrinne des Sockels - an dessen einem Ende - eingepaßt und mit diesem verschraubt. Er trägt eine Meßzunge (Abb. 11, Ziff. 5) aus Hartstahl, die 21,7 x 18 x 1,5 mm groß ist und 4,6 mm übersteht.

Der Läufer, als Träger der beweglichen Meßzunge, läuft ohne seitliches Spiel in der Führungsrinne des Sockels. Er hat die Abmessungen 44 x 21,7 x 10 mm und einen Durchbruch von 15,8 mm Länge und 5,3 mm Breite für die Feststellschraube. Diese Feststellschraube ist eine Rädelschraube, die es erlaubt, den Läufer in jeder beliebigen Stellung zu arretieren. In den Läufer ist die Meßzunge (Abb. 11, Ziff. 6), 21,7 x 20 x 1,5 mm groß, eingelassen und steht ebenfalls, wie die feststehende Meßzunge, über, und zwar 4 mm. Die einander gegenüberliegenden Kanten der Meßzungen sind parallel und scharfkantig.

Sowohl der Träger der feststehenden Meßzunge als auch der Läufer haben unten an den einander zugekehrten Seiten eine Aussparung (Abb. 11, Ziff. 7) von 21,7 mm Länge, 2,5 mm Höhe und 0,5 mm Tiefe. Diese Aussparung ist nötig, um die "cervicale" Stufe am Präparationskörper und an den Modellen bei der Vermessung nicht einzubeziehen.

b. Das Meßmikroskop.

Es wird ein binokulares Auflichtmikroskop (Firma Carl Zeiss, Oberkochen/Württ.) verwendet. Das gewählte Okular hat eine 25-fache Vergrößerung, das Objektiv eine 40-fache. In eines der Okulare ist eine Meßskala eingefügt. Mit einem Eichstab wird ein Skalenteil, gleich 0,0242 mm, ausgemessen. Halbe Skalenteile können geschätzt werden.

Die Beleuchtung der Meßzungen geschieht mit einer Mikroskopleuchte der Fa. Zeiss.

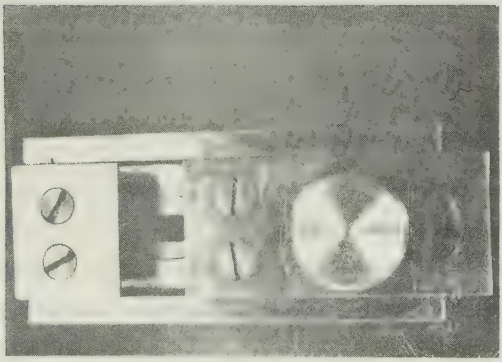


Abb. 12 Die Meßlehre

c. Das Vermessen des Präparationskörpers.

Zur Vermessung des Präparationskörpers wird dieser aus seinem Sockel geschraubt. Die Metallscheibe, die den Durchbruch bei A (Abb. 10) der Meßlehre verschließt, wird herausgenommen. Das Gewinde des Präparationskörpers wird in diesen Durchbruch eingeführt. Dadurch liegt der Präparationskörper in der Vertiefung des Sockels und ragt dadurch genau so weit über die Sockeloberfläche der Meßlehre, wie er über die Oberkante der Sechskantschraube des Phantomstumpfes ragt. Nun kann die Vermessung des Präparationskörpers erfolgen. Der Läufer wird herangeführt. Wenn die Meßbacken den zylindrischen Teil des Präparationskörpers beidseitig berühren, wird der Läufer arretiert. Unter dem Meßmikroskop kann nun der Abstand der Meßzungen festgestellt werden. Es werden 28 Skalenteile gemessen.

Mit einer schwächeren Vergrößerung - Okular 25-fach, Objektiv 10-fach - wird der Präparationsstumpf direkt vermessen. Dazu wird der zylindrische Teil desselben zwischen die Meßzungen gegeben und dieselben unter leichtem Druck arretiert. Es werden 95 Skalenteile gemessen. Nach Umrechnung - ein Skalenteil ist, nach Eichung, 0,098 mm - ergibt sich ein Präparationskörperdurchmesser von 9,31 mm.

d. Das Vermessen der Modelle.

Zur Vermessung der Modelle wird der Durchbruch der Meßlehre bei A mit der Abdeckscheibe verschlossen. Da diese Scheibe eine Bohrung hat, kann sowohl ein Modell ohne, als auch ein solches mit Dowel Pin vermessen werden. Die Messung geschieht analog der, bei dem Präparationskörper. Es wird aber nur mit der starken Vergrößerung der Abstand der Meßzungen gemessen, nicht direkt der Durchmesser der Modelle mit der schwächeren Vergrößerung. Der absolute

Wert des Durchmessers der Modelle wird rechnerisch ermittelt.

Jedes Modell wird 5 mal vermessen. Die 5 Meßpunkte sind beliebig auf den Umfang des Modells verteilt.

Die 5 Meßwerte werden addiert und der Mittelwert gebildet. Dieser Mittelwert wird als Wert in Skalenteile für jedes Modell ermittelt. Von jeder Versuchsreihe werden mindestens fünf, in einigen Fällen auch 10 Modelle hergestellt und vermessen. Die Mittelwerte dieser Modelle werden addiert und der Mittelwert gebildet. Dieser Mittelwert einer Versuchsreihe wird als Meßwert für die jeweilige Zusammenstellung Abdruckmaterial - Modellmaterial betrachtet.

Die Umrechnung in den absoluten Wert des Modelles erfolgt auf der Grundlage dieses Mittelwertes nach dem Schema:
Mit dem Eichstab wurde 1 Skalenteil = 0,0242 mm ermittelt.
Der Abstand der Meßzungen bei der Messung des Präparationskörpers betrug 28 Skalenteile.
Der absolute Durchmesser des Präparationskörpers betrug 9,31 mm.

Die Veränderungen des Abstandes der Meßzungen wird in absolute Werte umgerechnet und zu dem absoluten Wert des Präparationsstumpfes hinzugezählt bzw. abgezogen.

e. Ein Beispiel:

Abdruckmaterial:	Lastic 55		Modellmaterial:	Verkupferung	
Modell	I	II	III	IV	V
	27,5	30,0	29,5	28,0	30,0
	30,0	30,0	26,0	27,0	30,0
	29,5	27,5	28,0	28,0	31,0
	28,5	29,0	28,0	28,0	31,0
	27,5	30,0	28,0	28,0	30,0
	143,0	146,5	139,5	139,0	152,0
: 5 =	28,6	29,3	27,9	27,8	30,4

Addition der Mittelwerte der 5 Modelle:

28,6

29,3

27,9

27,8

30,4

144,0 : 5 = 28,8

Mittelwert für die Materialkombination Lastic 55 + Verkupferung:

28,8 Skalenteile

Umrechnung in den absoluten Wert:

28 Skalenteile = 9,31 mm

0,8 Skalenteile = 0,01936 mm

28,8 Skalenteile = 9,32936 = 9,3294 mm

Absoluter Wert des Mittelwertes der Modelle aus der Kombination Lastic 55 + verkupfert : 9,3294 mm.

Anschließend wird die prozentuale Abweichung des Modellwertes vom Wert des Präparationskörpers ermittelt:

$$\frac{\text{Absoluter Wert des Modelldurchmessers}}{\text{Absoluter Wert des Präparationskörperdurchmessers}} \times 100 = A$$

Beispiel:

Absoluter Wert des Modelldurchmessers des Modells aus der Kombination Lastic 55 + verkupfert = 9,32936 mm.

Absoluter Wert des Präparationskörperdurchmessers = 9,31 mm

$$\frac{9,32936}{9,31} = 1,00208 = 1,0021 ; \qquad 1,0021 \times 100 = 100,21\ \%$$

Die prozentuale Abweichung des absoluten Wertes des Modelldurchmessers vom absoluten Wert des Präparationskörperdurchmes-

sers beträgt: + 0,21 %.

f. Fehlerrechnung.

Für jede Kombination Abdruck- : Modellmaterial wird der mittlere GAUß'sche Fehler errechnet. Er kennzeichnet die Genauigkeit des Mittelwertes.

$$\Delta l_m = +/- \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i^2}{n \times (n-1)}}$$

Δl_m = mittlerer GAUß'scher Fehler

n = Zahl der Messungen

ε_i = $l_i - \bar{l}$ = Abweichung vom Mittelwert

l_i = gemessener Wert

$\bar{l}$ = arithmetisches Mittel: $\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^{n} l_i$

Die Fehlerrechnung befaßt sich mit den zufälligen Fehlern, die beim Beobachten und Ablesen der Meßwerte gemacht werden. Dem beobachteten Wert entspricht auf den Zahlengeraden kein Punkt, sondern ein Intervall.

Beispiel für die Fehlerrechnung:

Materialkombination: Lastic 55 + Verkupferung.

l_i in Skt.	ε_i in Skt.	ε_i^2 in Skt.^{2}
28,6	- 0,2	0,04
29,3	+ 0,5	0,25
27,9	- 0,9	0,81
27,8	- 1,0	1,00
30,4	+ 1,6	2,56
144,0		4,66 = $\sum \varepsilon_i^2$

$\bar{l}$ = 144,0 : 5 = 28,8

$\bar{l}$ = 28,8

$$\Delta l_m = +/- \sqrt{\frac{4{,}66}{5 \times 4}} = +/- \sqrt{0{,}233} = +/- 0{,}483 \text{ Skt.}$$

$$\Delta l_m = +/- 0{,}483 \text{ Skt.}$$

Zur Charakterisierung der Meßgenauigkeit kann man die Ausdehnung des Intervalls in Prozent des gewonnenen Mittelwertes $\bar{l}$ angeben:

$$\frac{\Delta l_m}{\bar{l}} = +/- \frac{0{,}483}{28{,}8} \hat{=} 0{,}0167 \times 100 \hat{=}^{1} +/- 1{,}7\ \%$$

$$\frac{\Delta l_m}{\bar{l}} = +/- 1{,}7\ \%$$

Der mittlere GAUß'sche Fehler beträgt also in dem vorliegenden Fall +/- 1,7 % des Mittelwertes $\bar{l}$ = 28,8 Skalenteile.

IV. Versuchsergebnisse

Bei den Untersuchungen ergaben sich folgende relative Werte für den Durchmesser von Modellen, die nach Abdrücken mit dem Abdruckmaterial X a n t y g e n mit folgenden Modellmaterialien hergestellt wurden:

DIAMOND DIE	27,1	Skalenteile
DE TREY	28,8	"
Verkupferung	28,8	"
RUWAREX	29,4	"
Kupferamalgam	29,5	"
Silgeramalgam	30,4	"
MOLDAROC	29,2	"
GALLE'- Modellmaterial	29,5	"

Mit dem Abdruckmaterial X i r u x ergaben sich folgende relative Werte der Modelldurchmesser:

DIAMOND DIE	28,6	Skalenteile
Verkupferung	29,0	"
RUWAREX	28,9	"
MOLDAROC	30,5	"
GALLE'- Modellmaterial	30,1	"

Mit dem Abdruckmaterial K e r r ergaben sich folgende relative Werte der Modelldurchmesser:

DIAMOND DIE	27,9	Skalenteile
DE TREY	29,2	"
Verkupferung	29,4	"
RUWAREX	29,8	"
Kupferamalgam	29,8	"
Silberamalgam	30,6	"
MOLDAROC	30,3	"
GALLE'- Modellmaterial	30,2	"

Tabelle 1

Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.

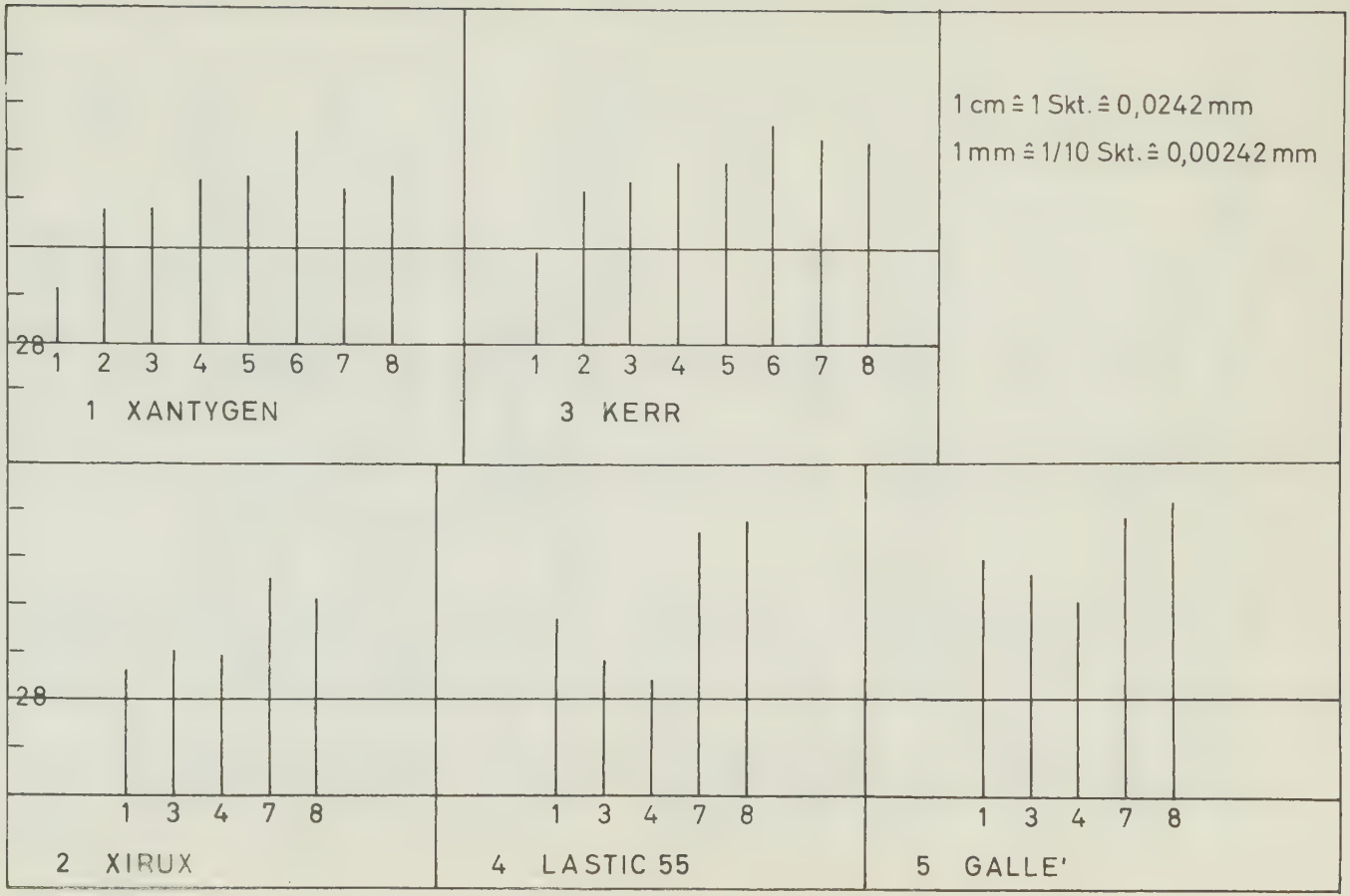
Abdruck-material		1.XANTYGEN	2.XIRUX	3.KERR	4.LASTIC 55	5.GALLE'
Modellmaterial						
1.DIAMOND DIE	1.	27,1	28,6	27,9	29,7	30,9
	2.	+/- 1,1 %	+/- 0,6 %	+/- 1,1 %	+/- 0,9 %	+/- 1,2 %
	3.	9,2882 mm	9,3245 mm	9,3076 mm	9,3511 mm	9,3802 mm
	4.	- 0,24 %	+ 0,16 %	- 0,03 %	+ 0,44 %	+ 0,75 %
2.De TREY-Modellzement	1.	28,8		29,2		
	2.	+/- 0,6 %		+/- 1,1 %		
	3.	9,3294 mm		9,3390 mm		
	4.	+ 0,21 %		+ 0,31 %		
3.Verkupferung	1.	28,8	29,0	29,4	28,8	30,6
	2.	+/- 0,5 %	+/- 0,8 %	+/- 0,5 %	+/- 1,7 %	+/- 0,8 %
	3.	9,3294 mm	9,3342 mm	9,3439 mm	9,3294 mm	9,3729 mm
	4.	+ 0,21 %	+ 0,26 %	+ 0,36 %	+ 0,21 %	+ 0,68 %
4.RUWAREX	1.	29,4	28,9	29,8	28,6	30,0
	2.	+/- 1,1 %	+/- 0,7 %	+/- 0,4 %	+/- 0,9 %	+/- 0,5 %
	3.	9,3439 mm	9,3318 mm	9,3536 mm	9,3245 mm	9,3584 mm
	4.	+ 0,36 %	+ 0,23 %	+ 0,47 %	+ 0,16 %	+ 0,52 %
5.Kupfer-amalgam	1.	29,5		29,8		
	2.	+/- 0,7 %		+/- 0,9 %		
	3.	9,3463 mm		9,3536 mm		
	4.	+ 0,39 %		+ 0,47 %		
6.Silber-amalgam	1.	30,4		30,6		
	2.	+/- 0,6 %		+/- 0,4 %		
	3.	9,3681 mm		9,3729 mm		
	4.	+ 0,62 %		+ 0,68 %		
7.MOLDAROC	1.	29,2	30,5	30,3	31,5	31,8
	2.	+/- 0,7 %	+/- 1,1 %	+/- 0,4 %	+/- 0,4 %	+/- 0,5 %
	3.	9,3390 mm	9,3705 mm	9,3657 mm	9,3947 mm	9,4020 mm
	4.	+ 0,31 %	+ 0,65 %	+ 0,60 %	+ 0,91 %	+ 0,99 %
8.GALLE'	1.	29,5	30,1	30,2	31,7	32,1
	2.	+/- 0,4 %	+/- 0,7 %	+/- 0,6 %	+/- 0,6 %	+/- 0,9 %
	3.	9,3463 mm	9,3608 mm	9,3632 mm	9,3995 mm	9,4092 mm
	4.	+ 0,36 %	+ 0,55 %	+ 0,57 %	+ 0,96 %	+ 1,07 %

1. Relativer Wert des Modelldurchmessers = Abstand der Meßzungen der Meßlehre in Skalenteilen.

2. Mittlerer GAUß'scher Fehler.

3. Absoluter Wert des Modelldurchmessers.

4. Prozentuale Abweichung des Modelldurchmessers vom Durchmesser des Präparationskörpers.


1 cm ≙ 1 Skt. ≙ 0,0242 mm
1 mm ≙ 1/10 Skt. ≙ 0,00242 mm
28
1 2 3 4 5 6 7 8
1 XANTYGEN
1 2 3 4 5 6 7 8
3 KERR
28
1 3 4 7 8
2 XIRUX
1 3 4 7 8
4 LASTIC 55
1 3 4 7 8
5 GALLE'

Mit dem Abdruckmaterial L a s t i c 55 ergaben sich folgende relative Werte der Modelldurchmesser:

DIAMOND DIE	29,7	Skalenteile
Verkupferung	28,8	"
RUWAREX	28,6	"
MOLDAROC	31,5	"
GALLE'- Modellmaterial	31,7	"

Mit dem Abdruckmaterial G a l l é - A l l - i n - A l l - S i l i c o n e ergaben sich folgende relative Werte der Modelldurchmesser:

DIAMOND DIE	30,9	Skalenteile
Verkupferung	30,6	"
RUWAREX	30,0	"
MOLDAROC	31,8	"
GALLE'- Modellmaterial	32,1	"

Bildet man den Mittelwert der relativen Modelldurchmesser der Modelle nach den einzelnen Abdruckmitteln, so ergeben sich die Werte der folgenden Tabelle 3 und damit diese Reihenfolge:

XANTYGEN - XIRUX - KERR - LASTIC 55 - GALLE'ALL-IN-ALL.

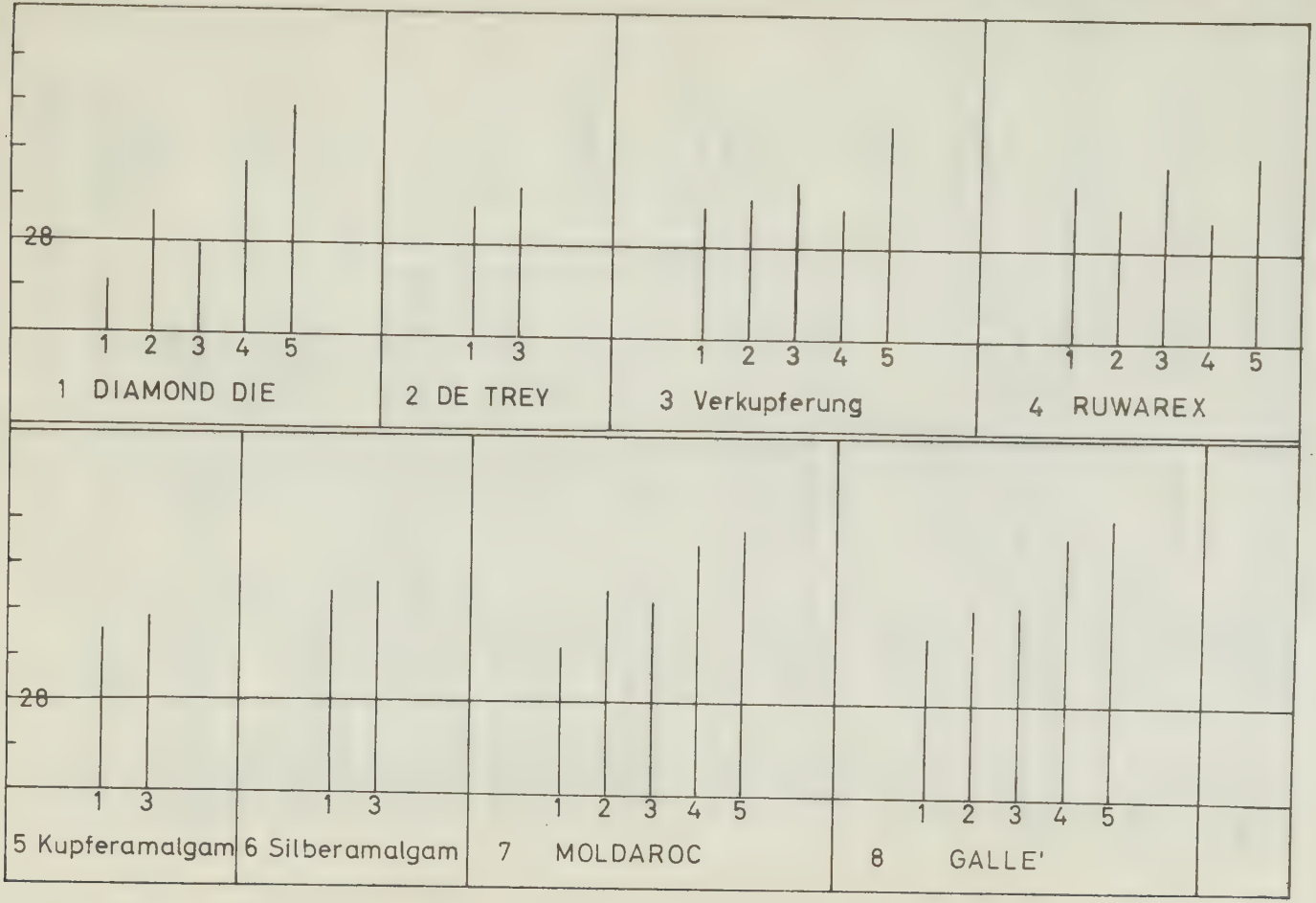
Die Zusammenfassung dieser relativen Werte, dazu der mittlere GAUß'sche Fehler jeder Versuchsreihe, der absolute Wert der Modelldurchmesser und die prozentuale Abweichung der Modelldurchmesser vom Durchmesser des Präparationskörpers sind in der Tabelle 1 dargestellt. Die Werte für die Abdruckmaterialien in Abhängigkeit von den Modellmaterialien sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2 Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.

Modellmaterial:	1.DIAMOND DIE	2.DE TREY	3.Verkupferg.	4.RUWAREX
Abdruckmaterial				
1. XANTYGEN	1. 27,1	28,8	28,8	29,4
	2. +/- 1,1 %	+/- 0,6 %	+/- 0,5 %	+/- 1,1 %
	3. 9,2882 mm	9,3294 mm	9,3294 mm	9,3439 mm
	4. - 0,24 %	+ 0,21 %	+ 0,21 %	+ 0,36 %
2. XIRUX	1. 28,6		29,0	28,9
	2. +/- 0,6 %		+/- 0,8 %	+/- 0,7 %
	3. 9,3245 mm		9,3342 mm	9,3318 mm
	4. + 0,16 %		+ 0,26 %	+ 0,23 %
3. KERR	1. 27,9	29,2	29,4	29,8
	2. +/- 1,1 %	+/- 1,1 %	+/- 0,5 %	+/- 0,4 %
	3. 9,3076 mm	9,3390 mm	9,3439 mm	9,3536 mm
	4. - 0,03 %	+ 0,31 %	+ 0,36 %	+ 0,47 %
4. LASTIC 55	1. 29,7		28,8	28,6
	2. +/- 0,9 %		+/- 1,7 %	+/- 0,9 %
	3. 9,3511 mm		9,3294 mm	9,3245 mm
	4. + 0,44 %		+ 0,21 %	+ 0,16 %
5. GALLE'	1. 30,9		30,6	30,0
	2. +/- 1,2 %		+/- 0,8 %	+/- 0,5 %
	3. 9,3802 mm		9,3729 mm	9,3584 mm
	4. + 0,75 %		+ 0,68 %	+ 0,52 %

Tabelle 2 _Fortsetzung

Modellmaterial:	5.Cu-Amalgam	6.Ag-Amalgam	7.MOLDAROC	8.GALLE'
1. XANTYGEN	1. 29,5	30,4	29,2	29,5
	2. +/- 0,7 %	+/- 0,6 %	+/- 0,7 %	+/- 0,4 %
	3. 9,3463 mm	9,3681 mm	9,3390 mm	9,3463 mm
	4. + 0,39 %	+ 0,62 %	+ 0,31 %	+ 0,39 %
2. XIRUX	1.		30,5	30,1
	2.		+/- 1,1 %	+/- 0,7 %
	3.		9,3705 mm	9,3608 mm
	4.		+ 0,65 %	+ 0,55 %
3. KERR	1. 29,8	30,6	30,3	30,2
	2. +/- 0,9 %	+/- 0,4 %	+/- 0,4 %	+/- 0,6 %
	3. 9,3536 mm	9,3729 mm	9,3657 mm	9,3632 mm
	4. + 0,47 %	+ 0,68 %	+ 0,60 %	+ 0,57 %
4. LASTIC 55	1.		31,5	31,7
	2.		+/- 0,4 %	+/- 0,6 %
	3.		9,3947 mm	9,3995 mm
	4.		+ 0,91 %	+ 0,96 %
5. GALLE'	1.		31,8	32,1
	2.		+/- 0,5 %	+/- 0,9 %
	3.		9,4020 mm	9,4092 mm
	4.		+ 0,99 %	+ 1,07 %


28
1 2 3 4 5
1 DIAMOND DIE
1 3
2 DE TREY
1 2 3 4 5
3 Verkupferung
1 2 3 4 5
4 RUWAREX
28
1 3
5 Kupferamalgam
1 3
6 Silberamalgam
1 2 3 4 5
7 MOLDAROC
1 2 3 4 5
8 GALLE'

Für die Modelle aus DIAMOND DIE ergaben sich folgende relative Werte:

XANTYGEN	27,1	Skalenteile
XIRUX	28,6	"
KERR	27,9	"
LASTIC 55	29,7	"
GALLE'- ALL - IN - ALL	30,9	"

Für die Modelle aus DE TREY - Modellzement ergaben sich folgende relative Werte:

XANTYGEN	28,8	Skalenteile
KERR	29,2	"

Für die verkupferten Modelle ergaben sich folgende relative Werte:

XANTYGEN	28,8	Skalenteile
XIRUX	29,0	"
KERR	29,4	"
LASTIC 55	28,8	"
GALLE'- ALL - IN - ALL	30,6	"

Für die Modelle aus RUWAREX ergaben sich folgende relative Werte:

XANTYGEN	29,4	Skalenteile
XIRUX	28,9	"
KERR	29,8	"
LASTIC 55	28,6	"
GALLE'- ALL - IN - ALL	30,0	"

Für die Modelle aus Kupferamalgam ergaben sich folgende relative Werte:

XANTYGEN	29,5	Skalenteile
KERR	29,8	"

Für die Modelle aus Silberamalgam ergaben sich folgende relative Werte:

XANTYGEN	30,4	Skalenteile
KERR	30,6	"

Für die Modelle aus MOLDAROC - Hartgips ergaben sich folgende relative Werte:

XANTYGEN	29,2	Skalenteile
XIRUX	30,5	"
KERR	30,3	"
LASTIC 55	31,5	"
GALLE'- ALL - IN - ALL	31,8	"

Für die Modelle aus GALLE'- Modellmaterial ergaben sich folgende relative Werte:

XANTYGEN	29,5	"
XIRUX	30,1	"
KERR	30,2	"
LASTIC 55	31,7	"
GALLE'- ALL - IN - ALL	32,1	"

Angeordnet nach dem durchschnittlichen relativen Durchmesser der Modelle ergibt sich für die Modellmaterialien folgende Reihe:

DIAMOND DIE - DE TREY - Verkupferung - RUWAREX - Kupferamalgam - Silberamalgam - MOLDAROC - GALLE' (Tabelle 5).

Diese Reihe ist eingehalten bei XANTYGEN.

Bei KERR findet sich eine zu vernachlässigende Differenz von 0,1 Skt. = 0,00242 mm.

Bei den elastischen Abdruckmaterialien haben RUWAREX und Verkupferung die Plätze getauscht.

Die Werte der Modelle aus MOLDAROC und GALLE'- Modellmaterial sind nahezu gleich, aber unregelmäßig, jedoch in ihrer Differenz sehr gering (maximal 0,4 Skt. = 0,00968 mm, minimal 0,1 Skt. = 0,00242 mm) und daher zu vernachlässigen.

V. Kritische Betrachtung der Versuchsergebnisse

1. Die Abdruckmaterialien.

a. Thermoplastische Abdruckmaterialien.

Die thermoplastischen Abdruckmaterialien ergeben Abdrücke, die nach ihrer Abkühlung und Erstarrung eine Konsistenz haben, die es erlaubt, sie auch mit Modellmaterialien auszufüllen, zu deren Verarbeitung ein gewisser Druck nötig ist. Die Abdrücke aus diesen Materialien werden bei werkstoffgerechter Weiterverarbeitung nicht verformt.

Als thermoplastische Abdruckmaterialien werden XANTYGEN "Bayer" und KERR - Impression - Compound Nr. 2, Soft Green verwendet.

Als Modellmaterialien stehen RUWAREX, das Verkupferungsverfahren, DE TREY - Modellzement, Kupferamalgam, Silberamalgam, MOLDAROC - Hartgips, GALLE'- Modellmaterial und DIAMOND DIE zur Verfügung.

Die Ergebnisse zeigen daß bis auf die Modelle aus DIAMOND DIE alle einen Durchmesser haben, der größer ist als der Durchmesser des Präparationskörpers.

Die Modelle, die nach dem Abdruckmittel XANTYGEN hergestellt wurden, haben einen durchschnittlichen relativen Durchmesser von 29,34 Skt. Sie sind also im Durchschnitt 1,34 Skt. = 0,03243 mm = 0,28 % größer als der Präparationskörper.

Die Modelle, die nach dem Abdruckmaterial KERR hergestellt wurden, haben einen durchschnittlichen relativen Durchmesser von 29,65 Skt.. Sie sind also im Durchschnitt 1,65 Skt. = 0,03993 mm = 0,43 % größer als der Präparationskörper.

Den kleinsten Modelldurchmesser der "XANTYGEN - Modelle" haben die Modelle aus DIAMOND DIE : sie sind durchschnittlich 0,9 Skalenteile = 0,02178 mm = 0,24 % kleiner als der Präparationskörper.

Den größten Durchmesser haben die Modelle aus Silberamalgam: durchschnittlich + 2,4 Skt. = + 0,05808 mm = + 0,62 %.

Den kleinsten Durchmesser der "KERR - Modelle" haben die aus DIAMOND DIE : durchschnittlich sind diese Modelle um 0,1 Skalenteil = 0,00242 mm = 0,03 % kleiner als der Präparationskörper.

Den größten Durchmesser haben die Modelle aus Silberamalgam: sie sind durchschnittlich 2,6 Skt. = 0,06292 mm = 0,68 % größer als der Präparationskörper.

Die Ergebnisse zeigen auch, daß die Modelle, die nach Abdrücken mit KERR hergestellt wurden, einen größeren Durchmesser haben als die Modelle, die nach Abdrücken mit XANTYGEN hergestellt wurden. Der Durchmesser der "KERR - Modelle" ist im Durchschnitt 0,5 Skalenteile = 0,0121 mm größer.

Im einzelnen sind die Modelle nach KERR - Abdrücken größer als die Modelle nach XANTYGEN - Abdrücken:

beim Modellmaterial

DIAMOND DIE	0,8 Skt. = 0,01936 mm
DE TREY	0,4 Skt. = 0,00968 mm
Verkupferung	0,6 Skt. = 0,01452 mm
RUWAREX	0,4 Skt. = 0,00968 mm
Kupferamalgam	0,3 Skt. = 0,00726 mm
Silberamalgam	0,2 Skt. = 0,00484 mm
MOLDAROC	1,1 Skt. = 0,02662 mm
GALLE'- Modellmaterial	0,7 Skt. = 0,01694 mm

Den größten Unterschied des Durchmessers weisen also die Modelle aus MOLDAROC (1,1 Skt.), den kleinsten die Modelle aus Silberamalgam (0,2 Skt.) auf.

b. Die elastischen Abdruckmaterialien.

Da Abdrücke aus den elastischen Materialien bei der Weiterverarbeitung mit DE TREY - Modellzement, Kupferamalgam und Silberamalgam eine unzulässige Verformung erleiden würden, werden sie nur mit RUWAREX, der Verkupferung, MOLDAROC - Hartgips, GALLE'- Modellmaterial und DIAMOND DIE weiterverarbeitet.

Als elastische Abdruckmaterialien werden XIRUX, LASTIC 55 und GALLE'- ALL - IN - ALL - SILICONE verwendet.

Alle Modelle, die nach Abdrücken mit elastischen Abdruckmitteln gewonnen wurden, haben einen größeren Durchmesser als der Präparationskörper.

Die "XIRUX - Modelle" haben einen durchschnittlichen relativen Durchmesser von 29,42 Skt. = 9,34436 mm. Sie sind also im Durchschnitt 1,42 Skt. = 0,034364 mm = 0,37 % größer als der Präparationskörper.

Die "LASTIC 55 - Modelle" haben einen durchschnittlichen relativen Durchmesser von 30,06 Skt. = 9,35985 mm. Sie sind also im Durchschnitt 2,06 Skt. = 0,04985 mm = 0,56 % größer als der Präparationskörper.

Die "GALLE'- Modelle" haben einen durchschnittlichen relativen Durchmesser von 31,08 Skt. = 9,38454 mm. Sie sind also im Durchschnitt 3,08 Skt. = 0,07454 mm = 0,80 % größer als der Präparationskörper.

Den kleinsten Modelldurchmesser der "XIRUX - Modelle" haben die Modelle aus DIAMOND DIE. Sie sind durchschnittlich 0,6 Skalenteile = 0,01452 mm = 0,16 % größer als der Präparationskörper.

Den größten Modelldurchmesser der "XIRUX - Modelle" haben die Modelle aus MOLDAROC. Sie sind im Durchschnitt 2,5 Skt. = 0,06050 mm = 0,65 % größer als der Präparationskörper.

Den kleinsten Modelldurchmesser der "LASTIC 55 - Modelle" haben die Modelle aus RUWAREX. Sie sind im Durchschnitt 0,6 Skt. = 0,01452 mm = 0,16 % größer als der Präparationskörper.

Den größten Modelldurchmesser der "LASTIC 55 - Modelle" haben die Modelle aus GALLE. Sie sind im Durchschnitt 3,7 Skalenteile = 0,08954 mm = 0,96 % größer als der Präparationskörper.

Den kleinsten Modelldurchmesser der "GALLE'- Modelle" haben die Modelle aus RUWAREX. Sie sind im Durchschnitt 2,0 Skt. = 0,04840 mm = 0,52 % größer als der Präparationskörper.

Den größten Modelldurchmesser der "GALLE'- Modelle" haben die Modelle aus GALLE. Sie sind im Durchschnitt um 4,1 Skalenteile = 0,09922 mm = 1,07 % größer als der Präparationskörper (Tabelle 3 und 4).

Die Ergebnisse zeigen, daß alle "GALLE'- Modelle" größer sind als die "LASTIC 55 - Modelle" und "XIRUX - Modelle".

Tabelle 3

Durchschnittliche Größe der Modelldurchmesser der Modelle nach den verschiedenen Abdrücken, und Durchmesserveränderung der Modelle im Verhältnis zum Präparationskörper.

Abdruck-mittel	Relative Größe in Skt.	Größe in mm	Veränderung in Skt.	Veränderung in mm	Veränderung in %
XANTYGEN	29,34	9,3424	+ 1,34	+ 0,03243	+ 0,28
XIRUX	29,42	9,3443	+ 1,42	+ 0,03436	+ 0,37
KERR	29,65	9,3499	+ 1,65	+ 0,03993	+ 0,43
LASTIC 55	30,06	9,3598	+ 2,06	+ 0,04985	+ 0,56
GALLE'	31,08	9,3845	+ 3,08	+ 0,07454	+ 0,80

Tabelle 4

Nach Abdrücken mit den verschiedenen Abdruckmaterialien ergeben die folgenden Modellmaterialien den jeweils größten und kleinsten Modelldurchmesser. Durchmesserveränderung der Modelle im Verhältnis zum Präparationskörper.

a. Größter Modelldurchmesser.

Abdruck-material	Modelle mit dem größten Durchmesser aus:	Relative Größe in Skt.	Größe in mm	Veränderung in Skt.	Veränderung in mm	Veränderung in %
XANTYGEN	Silberamalgam	30,4	9,3681	+ 2,4	+ 0,05808	+ 0,62
XIRUX	MOLDAROC	30,5	9,3705	+ 2,5	+ 0,06050	+ 0,65
KERR	Silberamalgam	30,6	9,3729	+ 2,6	+ 0,06292	+ 0,68
LASTIC 55	GALLE'	31,7	9,3995	+ 3,7	+ 0,08954	+ 0,96
GALLE'	GALLE'	32,1	9,4092	+ 4,1	+ 0,09922	+ 1,07

b. Kleinster Modelldurchmesser.

Abdruck-material	Modelle mit dem kleinsten Durchmesser aus:	Relative Größe in Skt.	Größe in mm	Veränderung in Skt.	Veränderung in mm	Veränderung in %
XANTYGEN	DIAMOND DIE	27,1	9,2882	- 0,9	- 0,02178	- 0,24
XIRUX	DIAMOND DIE	28,6	9,3245	+ 0,6	+ 0,01452	+ 0,16
KERR	DIAMOND DIE	27,9	9,3076	- 0,1	- 0,00242	- 0,03
LASTIC 55	RUWAREX	28,6	9,3245	+ 0,6	+ 0,01452	+ 0,16
GALLE'	RUWAREX	30,0	9,3584	+ 2,0	+ 0,04840	+ 0,52

Die "XIRUX - Modelle" aus RUWAREX und nach dem Verkupferungsverfahren sind größer als die "LASTIC 55 - Modelle" aus denselben Materialien. Dagegen sind die "LASTIC 55 - Modelle" aus MOLDAROC, GALLE' und DIAMOND DIE größer als die "XIRUX - Modelle" aus diesen Materialien.

Im Durchschnitt sind die "GALLE'- Modelle" 1,02 Skalenteile = 0,02468 mm größer als die "LASTIC 55 - Modelle" und 1,66 Skalenteile = 0,04017 mm größer als die "XIRUX - Modelle".

Im Durchschnitt sind die "LASTIC 55 - Modelle" 0,64 Skalenteile = 0,01549 mm größer als die "XIRUX - Modelle".

Die "XIRUX - Modelle" aus dem Material RUWAREX und nach dem Verkupferungsverfahren sind im Durchschnitt 0,25 Skt. = 0,00605 mm größer als die "LASTIC 55 - Modelle" aus denselben Materialien. Die "XIRUX - Modelle" aus MOLDAROC, GALLE' und DIAMOND DIE sind im Durchschnitt 1,23 Skt. = 0,02977 mm kleiner als die "LASTIC 55 - Modelle".

Im einzelnen sind die "GALLE'- Modelle" größer als die "LASTIC 55 - Modelle" bei den einzelnen Modellmaterialien:

DIAMOND DIE	1,2 Skt.	= 0,02904 mm
Verkupferung	1,8 Skt.	= 0,04356 mm
RUWAREX	1,4 Skt.	= 0,03388 mm
MOLDAROC	0,3 Skt.	= 0,00726 mm
GALLE'- Modellmaterial	0,4 Skt.	= 0,00968 mm

Den größten Unterschied des Durchmessers weisen Modelle nach dem Verkupferungsverfahren (1,8 Skt. = 0,04356 mm), den kleinsten Modelle aus MOLDAROC (0,3 Skt. = 0,00726 mm) auf.

Im einzelnen sind die "GALLE'- Modelle" größer als die "XIRUX - Modelle" bei den einzelnen Modellmaterialien:

DIAMOND DIE	2,3 Skt.	=	0,05566 mm
Verkupferung	1,6 Skt.	=	0,03872 mm
RUWAREX	1,1 Skt.	=	0,02662 mm
MOLDAROC	1,3 Skt.	=	0,03146 mm
GALLE'- Modellmaterial	2,0 Skt.	=	0,04840 mm

Den größten Unterschied des Durchmessers weisen Modelle aus DIAMOND DIE (2,3 Skt. = 0,05566 mm), den kleinsten Modelle aus RUWAREX (1,1 Skt. = 0,02662 mm) auf.

Im einzelnen sind "XIRUX - Modelle" größer als "Lastic 55 - Modelle" bei:

Verkupferung	0,2 Skt.	=	0,00484 mm
RUWAREX	0,3 Skt.	=	0,00726 mm

Die "LASTIC 55 - Modelle" sind größer als die "XIRUX - Modelle" bei:

DIAMOND DIE	1,1 Skt.	=	0,02662 mm
MOLDAROC	1,0 Skt.	=	0,02420 mm
GALLE'- Modellmaterial	1,6 Skt.	=	0,03872 mm

Den größten Unterschied weisen Modelle aus GALLE'- Modellmaterial, den kleinsten Modelle nach dem Verkupferungsverfahren auf.

Die Modelle, die nach Abdrücken mit XANTYGEN hergestellt wurden, haben einen relativen Durchmesser von 29,34 Skt. = 9,34243 mm.

Die "KERR - Modelle" haben einen relativen Durchmesser von 29,65 Skt. = 9,34993 mm.

Addiert man diese beiden Werte und bildet den Mittelwert, so erhält man 29,50 Skt. = 9,3463 mm. Man kann diesen Wert als Mittelwert der thermoplastischen Abdruckmaterialien bezeichnen.

Der entsprechende Mittelwert der elastischen Abdruckmaterialien beträgt 30,15 Skt. = 9,36206 mm und setzt sich aus folgenden Werten zusammen:

"XIRUX - Modelle"	29,42 Skt. =	9,34436 mm
"LASTIC 55 - Modelle"	30,06 Skt. =	9,35985 mm
"GALLE'- Modelle"	31,08 Skt. =	9,38454 mm

Wird der Mittelwert der thermoplastischen Abdruckmaterialien mit dem Mittelwert der elastischen Abdruckmaterialien verglichen, so ergibt sich, daß die Modelle nach Abdrücken mit elastischen Abdruckmaterialien im Durchschnitt größer sind als die Modelle nach Abdrücken mit thermoplastischen Abdruckmaterialien. Der Unterschied beträgt 0,65 Skt. = 0,01673 mm.

Diese Aufstellung zeigt auch, daß die größten Modelle nach Abdrücken mit GALLE'- ALL - IN - ALL entstehen, die kleinsten nach Abdrücken mit XANTYGEN. Der Unterschied beträgt 1,74 Skt. = 0,04211 mm.

2. Die Modellmaterialien.

Die Wahl des passenden Modellmaterials ist einmal vom verwendeten Abdruckmaterial, zum anderen von den physikalischen Eigenschaften des Modellmaterials selbst abhängig. Dazu zählen die Dimensionsveränderungen während und nach der Verarbeitung, die Oberflächenbeschaffenheit und Oberflächenhärte, die Schlag- und Kantenfestigkeit. Im Rahmen dieser vergleichenden Untersuchung interessiert besonders die Veränderung der Dimension der Materialien.

Als Materialien für die Modelle finden - wie schon erwähnt - RUWAREX, das Verkupferungsverfahren, DE TREY - Modellzement, Kupferamalgam, Silberamalgam, MOLDAROC - Hartgips, GALLE'- Modellmaterial und DIAMOND DIE Verwendung.

Bei RUWAREX handelt es sich um ein Modellmaterial auf Kunstharzbasis (36), das nach den Ergebnissen nicht die starke Kontraktion aufweist, wie die Kunststoffe, die zur Herstellung eines Zahnersatzes benützt werden.

Es wird angenommen, daß bei der Verkupferung der Abdrücke keine formende Kraft auf diese einwirkt. Die Modelle, die nach verkupferten Abdrücken hergestellt werden, geben mit annähernder Genauigkeit die Dimension der Abdrücke wieder.

Bei den Modellzementen ist die Kontraktion des Modellmaterials abhängig von der Verarbeitungskonsistenz. Sie ist amgeringsten, wenn das Material möglichst zähplastisch angerührt wird, d.h., wenn möglichst viel Pulver in die Flüssigkeit eingerührt wird. Dadurch wird es nötig, das Material unter Druck in die Abdrücke einzubringen. Diese unterliegen dabei einer Verformung, die bei den elastischen Abdruckmaterialien naturgemäß am größten ist und eine formgetreue Wiedergabe der Hohlform unmöglich macht. Es wurden deswegen in dieser vergleichenden Untersuchung nur die Abdrücke aus thermoplastischen Abdruckmaterialien mit DE TREY - Modellzement weiterverarbeitet.

Die Amalgame unterliegen bei der Abbindung zuerst einer Kontraktion, die schon bald - nach ca. 1/2 Stunde - in eine Expansion übergeht (SKINNER - PHILLIPS (30), (38)).

Da zur werkstoffgerechten Verarbeitung - wie bei den Modellzementen - eine Kondensierung, also Druck, nötig ist, werden die Abdrücke einer formenden Kraft ausgesetzt (FALCK - WEIKART (2), SKINNER - PHILLIPS (30)). Es werden deshalb wiederum nur die Abdrücke aus thermoplastischem Abdruckmaterial mit diesen Modellmaterialien weiterverarbeitet.

Die Dimensionsverhältnisse bei Kupfer- und Silberamalgam sind als annähernd ähnlich anzusehen (FALCK - WEIKART (2)).

Die nächste Gruppe der in dieser vergleichenden Untersuchung verwendeten Modellmaterialien umfaßt die Materialien aus Gips. Es kommen der Modellgips MOLDAROC und das Modellmaterial GALLE'- ein hochwertiger, feinkörniger Hartgips - zur Verarbeitung.

Beim Abbinden expandieren die Modellmaterialien aus Gips. (FALCK - WEIKART (2)).

Mit den Modellmaterialien aus Gips werden die Abdrücke aus allen Abdruckmaterialien weiterverarbeitet.

DIAMOND DIE besteht nach unseren oberflächlichen Voruntersuchungen aus gemahlener Lava und einem Silicatbinder. Es wird mit allen Abdruckmaterialien weiterverarbeitet.

Die Werte der Modellmaterialien.

Der durchschnittliche relative Durchmesser der Modelle aus RUWAREX beträgt 29,34 Skt. = 9,34243 mm. Sie sind also um durchschnittlich 1,34 Skt. = 0,03243 mm = 0,35 % größer als der Präparationskörper.

Den kleinsten Durchmesser der Modelle aus RUWAREX haben diejenigen nach Abdrücken mit LASTIC 55. Sie sind durchschnittlich 0,6 Skalenteile = 0,01452 mm = 0,16 % größer als der Präparationskörper.

Den größten Durchmesser der RUWAREX - Modelle haben diejenigen nach Abdrücken mit GALLE'- ALL - IN - ALL. Sie sind im Durchschnitt um 0,2 Skt. = 0,0484 mm = 0,52 % größer als der Präparationskörper.

Der durchschnittliche relative Durchmesser der Modelle nach verkupferten Abdrücken ist 29,32 Skt. = 9,34194 mm. Sie sind also um 1,32 Skt. = 0,03194 mm = 0,34 % größer als der Präparationskörper.

Den kleinsten Durchmesser haben die Modelle, die nach Abdrücken mit LASTIC 55 und XANTYGEN hergestellt wurden. Sie sind durchschnittlich um 0,8 Skt. = 0,01936 mm = 0,21 % größer als der Präparationskörper.

Den größten Modelldurchmesser der Modelle nach verkupferten Abdrücken haben die Modelle nach GALLE'- ALL - IN - ALL - Abdrücken. Diese sind durchschnittlich um 2,6 Skt. = 0,06292 mm = 0,68 % größer als der Präparationskörper.

Die Modelle aus DE TREY - Modellzement sind im Durchschnitt 29,0 Skt. = 9,33420 mm groß. Ihr Durchmesser ist im Durchschnitt 1,0 Skt. = 0,0242 mm = 0,26 % größer als der des Präparationskörpers.

Die DE TREY - Modelle nach Abdrücken mit XANTYGEN sind dabei kleiner als die nach Abdrücken mit K E R R.

Die DE TREY - Modelle nach XANTYGEN - Abdrücken sind durchschnittlich 0,8 Skt. = 0,01936 mm = 0,21 % größer als der Präparationskörper.

Die DE TREY - Modelle nach KERR - Abdrücken sind durchschnittlich 1,4 Skt. = 0,03388 mm = 0,36 % größer als der Präparationskörper.

Die Modelle aus Kupferamalgam sind im Durchschnitt 29,65 Skt. = 9,34993 mm groß. Sie sind also durchschnittlich um 1,65 Skt. = 0,03993 mm = 0,34 % größer als der Durchmesser des Präparationskörpers.

Auch bei den Modellen aus Kupferamalgam sind die Modelle nach Abdrücken aus XANTYGEN kleiner als die Modelle nach KERR - Abdrücken.

Die kleineren Kupferamalgam - Modelle nach XANTYGEN - Abdrücken sind durchschnittlich 1,5 Skt. = 0,0363 mm = 0,39 % größer als der Präparationskörper.

Die größeren Kupferamalgam - Modelle nach den KERR - Abdrücken sind im Durchschnitt 1,8 Skt. = 0,04356 mm = 0,47 % größer als der Präparationskörper.

Die Modelle aus Silberamalgam haben einen durchschnittlichen relativen Durchmesser von 30,50 Skt. = 9,37050 mm. Sie sind also durchschnittlich um 2,50 Skt. = 0,06050 mm = 0,65 % größer als der Präparationskörper.

Bei den Silberamalgam - Modellen sind wie bei allen Modellen diejenigen nach Abdrücken mit KERR größer als die nach Abdrücken mit XANTYGEN.

Die Silberamalgam - Modelle nach XANTYGEN - Abdrücken sind durchschnittlich 2,4 Skt. = 0,05808 mm = 0,62 % größer als der Präparationskörper.

Die Silberamalgam - Modelle nach KERR - Abdrücken sind durchschnittlich 2,6 Skt. = 0,06292 mm = 0,68 % größer als der Präparationskörper.

Die Modelle aus MOLDAROC - Hartgips haben einen durchschnittlichen relativen Durchmesser von 30,66 Skt. = 9,37437 mm. Sie sind also im Durchschnitt um 2,66 Skt. = 0,06437 mm = 0,69 % größer als der Präparationskörper.

Den kleinsten Durchmesser der MOLDAROC - Modelle haben die nach XANTYGEN - Abdrücken hergestellten. Sie sind im Durchschnitt 1,2 Skt. = 0,02904 mm = 0,31 % größer als der Präparationskörper.

Den größten Durchmesser der MOLDAROC - Modelle haben die nach GALLE'- Abdrücken hergestellten. Sie sind im Durchschnitt 3,8 Skt. = 0,09196 mm = 0,99 % größer als der Präparationskörper.

Die Modelle aus GALLE'- Modellmaterial haben einen durchschnittlichen relativen Durchmesser von 30,72 Skt. = 9,37582 mm. Sie sind also im Durchschnitt um 2,72 Skt. = 0,06582 mm = 0,71 %

größer als der Präparationskörper.

Den kleinsten Durchmesser der GALLE'- Modelle haben die nach XANTYGEN - Abdrücken hergestellten. Sie sind im Durchschnitt 1,5 Skt. ≙ 0,0363 mm ≙ 0,39 % größer als der Präparationskörper.

Den größten Durchmesser der GALLE'- Modelle haben die nach GALLE'- Abdrücken hergestellten. Sie sind im Durchschnitt um 4,1 Skt. ≙ 0,09922 mm ≙ 1,07 % größer als der Präparationskörper.

Die Modelle aus DIAMOND DIE haben einen durchschnittlichen relativen Durchmesser von 28,84 Skt. ≙ 9,33033 mm. Sie sind also im Durchschnitt 0,84 Skt. ≙ 0,02033 mm ≙ 0,22 % größer als der Präparationskörper.

Den kleinsten Durchmesser der DIAMOND DIE - Modelle haben die nach XANTYGEN - Abdrücken hergestellten. Sie sind im Durchschnitt um 0,9 Skt. ≙ 0,02178 mm ≙ 0,24 % kleiner als der Präparationskörper.

Den größten Durchmesser der DIAMOND DIE - Modelle haben die nach GALLE'- Abdrücken hergestellten. Sie sind im Durchschnitt um 2,9 Skt. ≙ 0,07018 mm ≙ 0,75 % größer als der Präparationskörper (Tabelle 5 und 6).

Diese Werte sind teilweise den Tabellen 1 und 2 entnommen und in den Tabellen 3 bis 6 zusammengefaßt.

Dem Durchmesser des Präparationskörpers liegen folgende Modelle am nächsten:

Modelle nach Abdruck mit:	Modell aus	Durchmesser in Skt.	Abweichung in %
XANTYGEN	DE TREY	28,8	+ 0,21
	Verkupferung	28,8	+ 0,21
XIRUX	DIAMOND DIE	28,6	+ 0,16
KERR	DIAMOND DIE	27,9	- 0,03
LASTIC 55	RUWAREX	28,6	+ 0,16
GALLE'	RUWAREX	30,0	+ 0,52

Modelle aus	Modelle nach Abdruck mit:	Durchmesser in Skt.	Abweichung in %
DIAMOND DIE	KERR	27,9	- 0,03
DE TREY	XANTYGEN	28,8	+ 0,21
Verkupferung	XANTYGEN	28,8	+ 0,21
	LASTIC 55	28,8	+ 0,21
RUWAREX	LASTIC 55	28,6	+ 0,16
Kupferamalgam	XANTYGEN	29,5	+ 0,39
Silberamalgam	XANTYGEN	30,4	+ 0,62
MOLDAROC	XANTYGEN	29,2	+ 0,31
GALLE'	XANTYGEN	29,5	+ 0,36

Verglichen mit der Größe der Modelldurchmesser nach den verschiedenen Abdrücken liegen die Modelle nach Abdrücken mit XANTYGEN mit einer durchschnittlichen Größe von 29,34 Skt. ≙ 9,3424 mm dem Durchmesser des Präparationskörpers am nächsten (siehe Tabelle 3). Die Abweichung beträgt + 0,28 %.

Verglichen mit der Größe der Modelldurchmesser liegen die Modelle aus DIAMOND DIE mit einer durchschnittlichen Größe von 28,84 Skt. ≙ 9,3303 mm dem Durchmesser des Präparationskörpers am nächsten (siehe Tabelle 5). Die Abweichung beträgt + 0,22 %.

VI. Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihen zeigen einige bemerkenswerte Tatsachen.

Je nach Kombination von Abdruckmaterial und Modellmaterial ergeben sich Modelle mit sehr unterschiedlichem Durchmesser. Die Differenz zwischen dem kleinsten Modell (XANTYGEN - DIAMOND DIE: 27,1 Skt. ≙ 9,2882 mm) und dem größten Modell (GALLE'- ALL - IN -

ALL - GALLE'- Modellmaterial: 32,1 Skt. ≙ 9,4092 mm) beträgt 5,0 Skt. ≙ 0,1210 mm.

Die Modellmaterialien zerfallen hinsichtlich des Durchmessers ihrer Modelle in zwei Gruppen:

1. RUWAREX und Modelle nach verkupferten Abdrücken
2. MOLDAROC und GALLE'- Modellmaterial (Modellgipse).

DE TREY - Modellzement tendiert dabei zur ersten Gruppe, die Amalgame zur zweiten. DIAMOND DIE verhält sich zwiespältig, je nachdem, nach welchen Abdrücken die Modelle hergestellt wurden: nach thermoplastischen Abdrücken neigt es eindeutig zur ersten Gruppe, nach elastischen Abdrücken zur zweiten.

Bei den Modellen aus DIAMOND DIE nach XIRUX - Abdrücken zeigt sich eine Eigenart dieses Abdruckmaterials: sie stehen den Modellen nach thermoplastischen Abdrücken näher als den Modellen nach elastischen Abdruckmaterialien, zu denen XIRUX ja zu zählen ist.

Aber auch die Modelle aus MOLDAROC und GALLE'- Modellmaterial nach Abdrücken mit XIRUX nehmen eine Stellung ein, die sie zwar den Modellen der zweiten Gruppe zuzählen läßt, aber den Modellen nach Abdrücken mit thermoplastischen Abdruckmaterialien nahe stellt.

In der ersten Gruppe(RUWAREX und Modelle nach verkupferten Abdrücken) fällt besonders auf, daß die Modelle nach Abdrücken mit LASTIC 55 den kleinsten Durchmesser haben. Wenn man annimmt, daß diese beiden Modellmaterialien die geringste formende Kraft auf die Abdrücke ausüben und damit die Hohlform der Abdrücke annähernd genau wiedergeben, so bestätigt dieses Ergebnis die Aussage von JLG (22). Er fand durch direktes Ausmessen der Abdruckhohlform, daß die Kupferbandabdrücke mit LASTIC 55 einen kleineren Innendurchmesser haben als die Abdrücke mit thermoplastischen

Tabelle 5

Durchschnittliche Größe der Modelldurchmesser der Modelle aus den verschiedenen Modellmaterialien und Durchmesserveränderung der Modelle im Verhältnis zum Präparationskörper.

Modell-material	Relative Größe in Skt.	Größe in mm	Veränderung in Skt.	Veränderung in mm	Veränderung in %
DIAMOND DIE	28,84	9,3303	+ 0,84	+ 0,02033	+ 0,22
DE TREY	29,00	9,3342	+ 1,00	+ 0,02420	+ 0,26
Verkupferung	29,32	9,3419	+ 1,32	+ 0,03194	+ 0,34
RUWAREX	29,34	9,3424	+ 1,34	+ 0,03243	+ 0,35
Kupferamalgam	29,65	9,3499	+ 1,65	+ 0,03993	+ 0,43
Silberamalgam	30,50	9,3705	+ 2,50	+ 0,06050	+ 0,65
MOLDAROC	30,66	9,3743	+ 2,66	+ 0,06437	+ 0,69
GALLE'	30,72	9,3758	+ 2,72	+ 0,06582	+ 0,71

Tabelle 6

Die jeweils größten und kleinsten Modelldurchmesser der verschiedenen Modellmaterialien ergeben sich nach Abdrücken mit den folgenden Abdruckmaterialien. Durchmesserveränderung der Modelle im Verhältnis zum Präparationskörper.

a. Größter Modelldurchmesser.

Modell-material	Größter Modelldurch-messer nach Abdrücken mit	Relative Größe in Skt.	Größe in mm	Veränderung in Skt.	Veränderung in mm	Veränderu in %
DIAMOND DIE	GALLE'	30,9	9,3802	+ 2,9	+ 0,07018	+ 0,75
DE TREY	KERR	29,2	9,3390	+ 1,2	+ 0,02904	+ 0,31
Verkupferung	GALLE'	30,6	9,3729	+ 2,6	+ 0,06292	+ 0,68
RUWAREX	GALLE'	30,0	9,3584	+ 2,0	+ 0,04840	+ 0,52
Kupfer-amalgam	KERR	29,8	9,3536	+ 1,8	+ 0,04356	+ 0,47
Silber-amalgam	KERR	30,6	9,3729	+ 2,6	+ 0,06292	+ 0,68
MOLDAROC	GALLE'	31,8	9,4020	+ 3,8	+ 0,09196	+ 0,99
GALLE'	GALLE'	32,1	9,4092	+ 4,1	+ 0,09922	+ 1,07

b. Kleinster Modelldurchmesser.

Modell-material	Kleinster Modelldurch-messer nach Abdrücken mit	Relative Größe in Skt.	Größe in mm	Veränderung in Skt.	Veränderung in mm	Veränderu in %
DIAMOND DIE	XANTYGEN	27,1	9,2882	- 0,9	- 0,02178	- 0,24
DE TREY	XANTYGEN	28,8	9,3294	+ 0,8	+ 0,01936	+ 0,21
Verkupferung	LASTIC 55 + XANTYGEN	28,8	9,3294	+ 0,8	+ 0,01936	+ 0,21
RUWAREX	LASTIC 55	28,6	9,3245	+ 0,6	+ 0,01452	+ 0,16
Kupfer-amalgam	XANTYGEN	29,5	9,3463	+ 1,5	+ 0,03630	+ 0,39
Silber-amalgam	XANTYGEN	30,4	9,3681	+ 2,4	+ 0,05808	+ 0,62
MOLDAROC	XANTYGEN	29,2	9,3390	+ 1,2	+ 0,02904	+ 0,31
GALLE'	XANTYGEN	29,5	9,3463	+ 1,5	+ 0,03630	+ 0,39

Materialien. Er erklärt das mit der Tatsache, daß die thermoplastischen Materialien bei der Erstarrung eine Kontraktion aufweisen. Da das Abdruckmaterial am Kupferband haftet, wirkt sich diese Kontraktion zum Rand hin aus; daraus resultiert eine Durchmesser- und Volumenvergrößerung des Abdrucks. Das elastische Abdruckmaterial, bei JLG LASTIC 55, hingegen soll bei seiner Verarbeitung, das heißt bei der Abdrucknahme, eine Stauchung erfahren, die sich nach Abziehen des Abdrucks vom Präparationskörper durch Streckung der gestauchten Molekülketten ausgleicht und dadurch zu einer Verkleinerung der Abdruckhohlform führt (JLG (20)).

Bei seinen Messungen fand JLG, daß Kupferband - LASTIC 55 - Abdrücke nach einer Stunde eine Lumenverkleinerung haben. Nach 24 Stunden aber ist das Abdrucklumen größer als der Präparationskörper. (JLG (23)). Unsere Meßergebnisse bei den Modellen aus RUWAREX und nach verkupferten Abdrücken aus LASTIC 55, die nach 24 Stunden weierverarbeitet wurden, bestätigen dieses Ergebnis. JLG ging weiter und untersuchte die Veränderung des Abdruckdurchmessers bis zu 14 Tagen und fand, daß das Material auch dann noch nicht zur Ruhe gekommen ist. Zwar wird die Änderung immer langsamer, das heißt, die Veränderung in der Zeiteinheit wird immer kleiner, aber sie besteht weiter. Nach 48 Stunden ist der Abdruckdurchmesser bei den Abdrücken mit LASTIC 55 größer als bei den Abdrücken aus thermoplastischen Abdruckmaterialien (JLG (22, 23)).

Daß GALLE'- ALL - IN - ALL - Abdrücke mit allen Modellmaterialien größere Modelldurchmesser ergeben als Abdrücke mit LASTIC 55, läßt darauf schließen, daß dieses Siliconabdruckmaterial einer größeren Kontraktion unterliegt als LASTIC 55.

XIRUX ist auf Grund unserer Ergebnisse volumenkonstanter als

die elastischen Abdruckmittel LASTIC 55 und GALLE'- ALL - IN - ALL.

Die thermoplastischen Abdruckmaterialien XANTYGEN und KERR erfahren nach der Erstarrung und der damit verbundenen Kontraktion bei Aufbewahrung bei gleicher, konstanter Temperatur keine weitere Veränderung.

Folgert man daraus, daß das Modellmaterial RUWAREX und das Verkupferungsverfahren die Größenverhältnisse und die Durchmesserveränderung der Abdruckmittel im richtigen Verhältnis wiedergeben und nimmt die Werte der Modelldurchmesser aus diesen beiden Modellmaterialien zusammen - dargestellt in Tabelle 7 -, so ergibt sich nachstehende Reihenfolge der Abdruckmittel, geordnet nach steigendem Modelldurchmesser:

LASTIC 55 - XIRUX - XANTYGEN - KERR - GALLE'- ALL - IN - ALL.

Bei den Hartgipsen MOLDAROC und GALLE'- Modellmaterial gilt folgende Reihe der Abdruckmaterialien (Tabelle 7):

XANTYGEN - KERR - XIRUX - LASTIC 55 - GALLE'- ALL - IN - ALL.

Diese Änderung der Reihenfolge hängt mit den physikalischen Eigenschaften dieser beiden Modellmaterialien zusammen. Sie sind Gipse mit der ihnen eigenen Abbindeexpansion. Dieser Abbindeexpansion setzen die Abdruckmaterialien verschiedenen Widerstand entgegen. Naturgemäß ist dieser Widerstand bei den thermoplastischen Abdruckmaterialien größer als bei den elastischen. Es verwundert also nicht, daß die Modelle aus den Modellhartgipsen nach Abdrücken mit LASTIC 55, XIRUX und GALLE'- ALL - IN - ALL größere Durchmesser haben, als die Modelle nach Abdrücken mit XANTYGEN und KERR.

In Tabelle 8 ist die Zunahme des Modelldurchmessers bei den einzelnen Abdruckmaterialien dargestellt. Dabei haben die Modelle nach thermoplastischen Abdruckmaterialien eine auffallend geringere

Zunahme als die Modelle nach elastischen Abdruckmaterialien. LASTIC 55 hat mit 2,90 Skt. ≙ 0,07018 mm den größten Zuwachs.

Tabelle 7

Gegenüberstellung der Modelldurchmesser von RUWAREX + Verkupferung und MOLDAROC + GALLE'- Modellmaterial.

Abdruckmaterial	RUWAREX + Verkupferung	MOLDAROC + GALLE'- M.
XANTYGEN	58,2 Skt.	58,7 Skt.
XIRUX	57,9 Skt.	60,6 Skt.
KERR	59,2 Skt.	60,5 Skt.
LASTIC 55	57,4 SKT.	63,2 Skt.
GALLE'- ALL - IN - ALL	60,6 Skt.	63,9 Skt.

Tabelle 8

Zunahme des Modelldurchmessers der Modelle aus MOLDAROC + GALLE'- Modellmaterial gegenüber den Modellen aus RUWAREX + Verkupferung.

Abdruckmaterial	Zunahme bei MOLDAROC + GALLE'/ : 2 in Skt.	in mm
XANTYGEN	+ 0,25	0,00605
XIRUX	+ 1,35	0,03267
KERR	+ 0,65	0,01673
LASTIC 55	+ 2,90	0,07018
GALLE'- ALL - IN - ALL	+ 1,65	0,03993

Diese Werte sind analog der empirisch gefundenen Tatsache. daß LASTIC 55 von den geprüften Abdruckmaterialien die weichste Konsistenz hat. GALLE'- ALL - IN - ALL liegt zwischen diesem und XIRUX. Der Abstand zwischen den elastischen Abdruckmaterialien und den thermoplastischen ist recht deutlich. Daß KERR größere Modelle ergibt als XANTYGEN, also nachgiebiger ist, kann nicht nur

aus diesen Werten, sondern auch aus den Werten der Modelle aus DE TREY - Modellzement und aus den Werten der Modelle aus Kupfer- und Silberamalgam gefolgert werden, wobei bei den Amalgamen zu der Abbindeexpansion auch noch der Stopfdruck hinzukommt.

DIAMOND DIE entspricht mit seinen Werten der Reihe der Modellgipse, ist aber bei jedem Abdruckmaterial kleiner als diese (Tabelle 9).

Die Ergebnisse dieser vergleichenden Untersuchung zeigen klar auf, daß der Durchmesser eines Modelles durch die Wahl des Abdruckmaterials und des Modellmaterials entscheidend beeinflußt werden kann.

Nicht nur die Art des Abdruckmaterials, ob thermoplastisch oder elastisch, sondern auch innerhalb dieser Art sind die Durchmesser der nach ihnen hergestellten Modelle verschieden. Bei den von uns untersuchten Materialien ist der Unterschied der elastischen Abdruckmaterialien untereinander größer als der der thermoplastischen unter sich. Im ganzen gesehen sind die Durchmesser der Modelle nach thermoplastischen Abdruckmaterialien kleiner als die Durchmesser der Modelle nach elastischen Abdrücken.

Auch die Modellmaterialien weisen einen großen Unterschied auf. Die Modellgipse ergeben einen größeren Durchmesser der Modelle als RUWAREX oder verkupferte Abdrücke. Silberamalgam ergibt größere Modelldurchmesser als die Modellgipse, natürlich nur nach Abdrücken aus thermoplastischem Material.

Tabelle 9

Gegenüberstellung der Werte der Modellgipse MOLDAROC + GALLE' und DIAMOND DIE.

Abdruckmaterial	MOLDAROC + GALLE'/:2		DIAMOND DIE		Differenz	
	in Skt.	in mm	in Skt.	in mm	in Skt.	in mm
XANTYGEN	29,35	9,34267	27,1	9,2882	- 2,25	- 0,05445
XIRUX	30,30	9,36566	28,6	9,3250	- 1,70	- 0,04114
KERR	30,25	9,36445	27,9	9,3076	- 2,35	- 0,05687
LASTIC 55	31,60	9,39712	29,7	9,3511	- 1,90	- 0,04598
GALLE'	31,95	9,40559	30,9	9,3802	- 1,05	- 0,02541

VII. Schlußbemerkung

Das Ziel dieser vergleichenden Untersuchung von Abform- und Modellmaterialien zur Herstellung von Vollgußkronen war, ein Modell zu finden, dessen Größe der Kontraktion des Gußwachses und des Gußmetalls entgegenwirkt und diese kompensiert oder weniger zur Wirksamkeit kommen läßt.

Um dies zu erreichen, ist nicht nur die Wahl des Abdruckmaterials, sondern auch das zur Weiterverarbeitung ausgewählte Modellmaterial bedeutungsvoll. Denn durch beide, und besonders durch deren sinnvolle Kombination, ist es möglich, Einfluß auf die Größe des Modelldurchmessers zu nehmen.

In dieser Untersuchung wird bei den Abdruckmaterialien zwischen den traditionellen, thermoplastischen und den neueren, elastischen auf Siliconbasis unterschieden.

Bei den Modellmaterialien wird den Modellgipsen die Gruppe RUWAREX und Verkupferung gegenübergestellt. Die Amalgame und der Modellzement DE TREY werden nur mit den thermoplastischen Abdruckmaterialien weiterverarbeitet.

Bei beiden Abdruckmaterialgruppen stellt sich die Frage: Ist ein Modell mit möglichst großem Durchmesser erwünscht oder soll der Modelldurchmesser dem des Präparationskörpers möglichst ähnlich sein?

Beide Ziele können erreicht werden, wenn zu einem bestimmten Abdruckmaterial das entsprechende Modellmaterial verwendet wird.

Wurde ein Abdruck mit thermoplastischem Abformmaterial genommen, so kann durch Verwendung von Silberamalgam ein großer Modelldurchmesser erzielt werden.

Soll der Durchmesser des Modells aber nahe bei dem des Präparationskörpers liegen, so gelingt dies durch die Verwendung

von DIAMOND DIE, DE TREY - Modellzement oder durch Verkupferung der Abdrücke.

Wurde aber ein Abdruck mit einem elastischen Abdruckmaterial genommen, so wird durch Modellgips ein möglichst großer Durchmesser des Modells erreicht.

Durch DIAMOND DIE und RUWAREX als Modellmaterial bleibt der Durchmesser des Modells in der Nähe des Durchmessers des Präparationskörpers.

Allerdings ist bei den elastischen Abdruckmaterialien eine Eigenschaft dieses Materials zu beachten: beim Abdruck von einer positiven Präparation, wie sie eine Präparation für eine Vollgußkrone darstellt, wird der Durchmesser des Abdrucks und damit auch der des Modells umso größer, je länger der Abdruck bis zum Ausgießen mit dem Modellmaterial liegen bleibt. 24 Stunden werden als günstig angesehen (JLG (19, 23), SCHWINDLING (29)).

Auch nach SKINNER - PHILLIPS (30) wird durch längere Liegedauer eines Siliconabdrucks der Durchmesser größer. Allerdings ist dort auch als Beispiel des Einflusses der Liegedauer auf die Paßgenauigkeit ein Abdruck von einer MOD - Inlay - Präparation demonstriert und auf die Instabilität der Silicon - Abdrücke hingewiesen. Nach SKINNER - PHILLIPS (30) ist die Paßgenauigkeit eines solchen Inlays nach einer Liegedauer des Abdrucks von 24 Stunden nicht mehr akzeptabel. Bessere Ergebnisse ergeben in diesem Fall die Thiokol - Abdruckmassen. Dagegen ist die Dimensionsstabilität der Thiokol - Abdruckmittel denen der Silicon-Abdruckmittel ähnlich (SKINNER - PHILLIPS (30)). Beide weisen eine Kontraktion auf, die von der Zeit abhängig ist.

Daß die Modellmaterialien Dimensionsveränderungen verursachen, ergibt sich aus den physikalischen Eigenschaften der Modellwerkstoffe und ist auch von JLG (12) belegt.

Um möglichst große Modelldurchmesser zu erreichen, sind Modellmaterialien mit Expansion zu verwenden. Diese vergleichende Untersuchung zeigt, daß dieses Ziel mit den Amalgamen und den Modellhartgipsen erreicht wird. Darauf hat auch JLG (17, 27) hingewiesen.

Er hat auch darauf hingewiesen, daß durch die Modellmaterialien keine weitere Verzerrung der Abdruckhohlform hervorgerufen wird, sondern diese schon den Abdrücken eigen ist (JLG (10)).

Daß die Modellmaterialien keine weitere Verzerrung hervorrufen, gilt sowohl für die elastischen (JLG (27)), als auch für die thermoplastischen Abdruckmaterialien (JLG (17)).

Doch nicht nur das Dimensionsverhalten der Modellmaterialien ist für deren Brauchbarkeit entscheidend. Auch die Oberflächenhärte, die Abriebfestigkeit und die Kantenfestigkeit sind in Betracht zu ziehen.

Die Amalgame werden in der Oberflächenhärte nur von den Modellzementen übertroffen, sind diesen aber im Dimensionsverhalten und in der Kantenfestigkeit überlegen (JLG (14)).

Bei den Hartgipsen ist zwar die Oberflächenhärte ungünstiger als bei manch anderen Modellmaterialien, aber durch die Behandlung mit einem geeigneten Härter ergeben sich auch für die Modell - Hartgipse günstige Werte in Bezug auf Oberflächenhärte, Abriebfestigkeit und Kantenfestigkeit, die sie im Verein mit ihrem Dimensionsverhalten zu einem geeigneten Modellmaterial machen. (HOSODA und Mitarbeiter (10)).

Es ist also der Schluß zu ziehen, daß es durch die Wahl des Abform- und des Modellmaterials möglich ist, auf das Modell in der "indirekten Abformtechnik" Einfluß zu nehmen und seine Dimension in etwa zu bestimmen.

VIII. Zusammenfassung

1. Untersucht wurden die Abdruckmaterialien XANTYGEN, XIRUX, KERR, LASTIC 55, GALLE'- ALL - IN - ALL - SILICONE und die Modell-Materialien DIAMOND DIE, DE TREY - Modellzement, die Verkupferung von Abdrücken, RUWAREX, Kupferamalgam, Silberamalgam, MOLDAROC - Hartgips und GALLE'- Modellmaterial bezüglich ihrer Dimensionseigenschaften.
   Die Abdruck- und Modellmaterialien wurden, soweit möglich, miteinander kombiniert und der Einfluß auf den Modelldurchmesser festgestellt.

2. Es wurden 31 Kombinationen von Abdruck- und Modellmaterialien untersucht. Dazu wurden von den meisten Kombinationen 10 Abdrücke zu Modellen weiterverarbeitet und von 10 Kombinationen 10 Modelle und von 21 Kombinationen 5 Modelle je 5 mal vermessen. Es wurden also von 205 Modellen 1025 Messungen des Durchmessers verwertet.

3. Aus diesen 1025 Messungen wurde der Mittelwert der Modelldurchmesser der 205 Modelle, aus diesen der Mittelwert der 31 Kombinationen berechnet.
   Für die 31 Kombinationen wurde der mittlere GAUß'sche Fehler und die prozentuale Abweichung des Modelldurchmessers vom Durchmesser des Präparationskörpers errechnet.

4. Methodik: Von einem Präparationskörper aus Stahl, der die Form eines für eine Krone präparierten Zahnes vereinfacht wiedergibt, wurden Kupferbandabdrücke mit den einzelnen Abdruckmaterialien genommen und diese mit den verschiedenen Modellmaterialien weiterverarbeitet.
   Die Ausmessung der Modelldurchmesser erfolgte mit einer selbst-

entwickelten Meßlehre und einem Auflichtmikroskop mit Meßskala.

5. Ergebnisse. Durch die Wahl des Abdruck- und des Modellmaterials ist es möglich, den Durchmesser des Modelles zu beeinflussen.

Abdrücke mit KERR ergeben mit den verschiedenen Modellmaterialien größere Modelldurchmesser als Abdrücke mit XANTYGEN.

Modelle nach Abdrücken mit GALLE'- ALL - IN - ALL haben einen größeren Durchmesser als alle anderen Modelle.

Den größten Durchmesser der Modelle nach Abdrücken mit thermoplastischen Abdruckmaterialien haben die Modelle aus Silberamalgam.

Den größten Durchmesser der Modelle nach Abdrücken aus elastischem Abdruckmaterial und den größten Modelldurchmesser überhaupt haben die Modelle aus GALLE'- Modellmaterial.

Modelle aus DIAMOND DIE haben den kleinsten Durchmesser .

Modelle nach Abdrücken aus thermoplastischem Abdruckmaterial haben einen kleineren Durchmesser als Modelle nach Abdrücken aus elastischem Abdruckmaterial.

Dem Durchmesser des Präparationskörpers am nächsten liegt bei den thermoplastischen Abdrücken die Kombination KERR - DIAMOND DIE, bei den elastischen Abdruckmaterialien die Kombination XIRUX - DIAMOND DIE und LASTIC 55 - RUWAREX.

Die Modelle aus Hartgips haben bei den Modellen nach Abdrücken mit elastischen Abdruckmaterialien einen größeren Durchmesser als die Modelle aus den anderen Modellmaterialien.

Die Reihenfolge der Abdruckmaterialien, geordnet nach steigendem Modelldurchmesser der nach ihnen gewonnenen Modelle, lautet:

XANTYGEN - XIRUX - KERR - LASTIC 55 - GALLE°-ALL-IN-ALL (Tabelle 3).

Die Reihenfolge der Modellmaterialien, geordnet nach steigendem Durchmesser der Modelle, die nach Abdrücken mit den verschiedenen Abdruckmaterialien gewonnenen wurden, lautet:

DIAMOND DIE - DE TREY - Verkupferung - RUWAREX - Kupferamalgam - Silberamalgam - MOLDAROC - GALLE°- Modellmaterial (Tabelle 5).

6. Bemerkenswerte Einzelbeobachtungen: Die Modelle aus RUWAREX und die nach dem Verkupferungsverfahren gewonnenen Modelle nach Abdrücken mit LASTIC 55 haben auffallend niedere Werte, die im Bereich der Modelldurchmesser der Modelle nach thermoplastischen Abdrücken liegen.

Die Werte der Modelle nach Abdrücken aus dem elastischen Abdruckmaterial XIRUX liegen im Durchschnitt bei den Werten der Modelle nach thermoplastischen Abdrücken.

IX. Literatur - Verzeichnis.

1. Effinger, A.: Volumen-, Gewichts- und Elastizitätsverhalten zahnärztlicher Abdruckmassen auf Siliconbasis.
   Dtsch. zahnärztl. Z. 13 : 256 (1958)

2. Falk, K. und Weikart, P.: Werkstoffkunde für Zahnärzte,
   Verlag Carl Hanser, München 1959.

3. Gerats, R.: Dimensionsverhalten von nach Doppelabdruckmethode mit gummi-elastischen Abdruckmaterialien hergestellten Prüfkörpern.
   Dtsch. zahnärztl. Z. 18 : 724 (1963)

4. Henkel, G.: Vergleichende Untersuchungen an Abdruckmaterialien.
   Dtsch. zahnärztl. Z. 10 : 646 (1955)

5. Hollenback, G.M.: A Study of the Physicals Properties of Elastic Impression Materials. Part I.
   J.S. Calif. dent. Ass. 31 : 204 (1963)

6. -- Part II.
   J.S. Calif. dent. Ass. 31 : 227 (1963)

7. -- Part III.
   J.S. Calif. dent. Ass. 31 : 369 (1963)

8. -- Part IV.
   J.S. Calif. dent. Ass. 31 : 403 (1963)

9. Hosoda, H. und Fusayama, T.: Distortion of Irreversibla Hydrocolloid and Mercaptan Rubber-Base Impressions.
   J. prosth. Dent. 11 : 318 (1961)

10. Hosoda, H. und Mitarbeiter: Measurement and Reinforcement of the Superficial Hardness of Indirect Stone Models.
    J. dent. Res. 41 : 752 (1962)

11. Jarby, S.: Om den dimensionale nojagtighed af modeller fremstillet af solvamalgam og ved elektrolytisk kobberrudfaelning.
    Tandlaegebladet 58 : 175 (1954)

12. Jlg, V.K.: Über Expansions- und Kontraktionserscheinungen in der indirekten Technik.
    Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 2 : 95 (1948)

13. -- Das Volumen von Kupferbandabdrücken in Abhängigkeit von der Zimmertemperatur.
    Dtsch. zahnärztl. Z. 3 : 301 (1948)

14. -- Über die Brinellhärte der in der "indirekten Technik" gebräuchlichen Modellwerkstoffe.
Dtsch. zahnärztl. Z. 4 : 1488 (1949)

15. -- Die Dreiviertelkrone.
Verlag Carl Hanser, München 1951.

16. -- Untersuchungen zur indirekten Technik, im besonderen zur Abdruckgenauigkeit in der indirekten Technik.
Dtsch. zahnärztl. Z. 9 : 1226 (1954)

17. -- Untersuchungen zur indirekten Technik, im besonderen zur Modelltreue in der indirekten Technik.
Dtsch. zahnärztl. Z. 10 : 690 (1955)

18. -- Über den Kupferbandabdruck.
Dtsch. zahnärztl. Z. 10 : 952 (1955)

19. -- Untersuchungen zum Dimensionsverhalten der Siliconabdruckmassen.
Teil I.
Dtsch. zahnärztl. Z. 13 : 1377 (1958)

20. -- Teil II.
Dtsch. zahnärztl. Z. 14 : 405 (1959)

21. -- Teil III.
Dtsch. zahnärztl. Z. 14 : 527 (1959)

22. -- Teil IV.
Dtsch. zahnärztl. Z. 14 : 651 (1959)

23. -- Teil V.
Dtsch. zahnärztl. Z. 14 : 772 (1959)

24. -- Teil VII.
Dtsch. zahnärztl. Z. 14 : 1079 (1959)

25. -- Teil X.
Dtsch. zahnärztl. Z. 15 : 1202 (1960)

26. -- Untersuchungen zur "indirekten Technik".
Teil I.
Dtsch. zahnärztl. Z. 14 : 1305 (1959)

27. -- Teil II.
Dtsch. zahnärztl. Z. 16 : 1140 (1961)

28. Kobes, L.: (persönl. Mitt.) Verkupferung von Kupferbandabdrücken.

29. Schwindling, R.: Die Abdruckgenauigkeit der neuen gummiartigen Abdruckmassen PERMAFLEX, PERMLASTIC und PLASTODENT in Verbindung mit den Modellhartgipsen MOLDANO und DUROC. Zahnärztl. Rdsch. 64 : 219 (1955)

30. Skinner, E.W. und Phillips, R.W.: The Science of Dental Materials. Verlag W.B. Saunders Company, Philadelphia and London (1963).

31. N.N.: Verarbeitungsanleitung für XANTYGEN "Bayer".

32. N.N.: Verarbeitungsanleitung für Kerr Impression Compound No.2 Soft Green der Firma Kerr Manufakturing, Detroit, Michigan, USA.

33. N.N.: Verarbeitungsanleitung für Lastic 55 der Firma Kettenbach, Wissenbach / Dillkreis.

34. N.N.: Verarbeitungsanleitung für Gallé - All - in - All- Silicone der Firma V.S. Gallé, St. Georgen / Schwarzwald.

35. N.N.: Verarbeitungsanleitung für Xirux, Spezial - Abdruckmasse der Firma M. Woelm, Eschwege.

36. N.N.: Verarbeitungsanleitung für Ruwarex - Modell - Material der Firma Ruwarex Dental - Labor - Bedarf GmbH, Berlin.

37. N.N.: Verarbeitungsanleitung für De Trey's Modellzement der Firma De Trey Gesellschaft mbH, Waldshut (Baden).

38. N.N.: Wissenswertes über Amalgame und über Hilfsgeräte zu ihrer werkstoffgerechten Verarbeitung. Degussa-Brief Nr. 31, (1960).

39. N.N.: Verarbeitungsanleitung für Moldaroc, Hartgips der Firma "Bayer", Leverkusen.

40. N.N.: Verarbeitungsanleitung für Diamond Die der Firma Surgident, Los Angeles 66, California, USA.

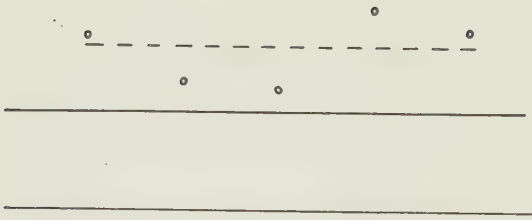
X. Streukurven der einzelnen Versuchsreihen.

XANTYGEN

RUWAREX

29,4 ≙ +0,36%

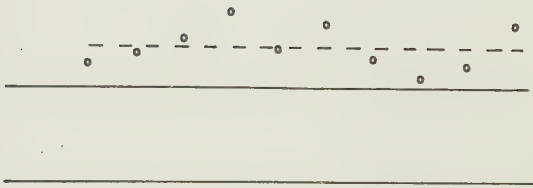
+/- 1,1%



Verkupferung

28,8 ≙ +0,21%

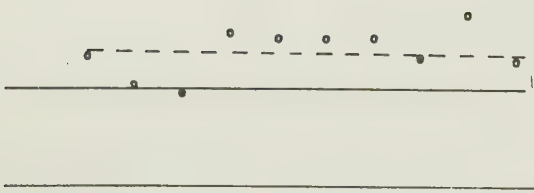
+/- 0,5%



DE TREY

28,8 ≙ +0,21%

+/- 0,6%

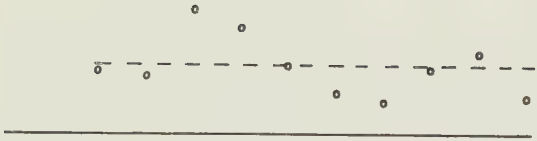


XANTYGEN

Kupferamalgam

29,5 ≙ +0,39‰

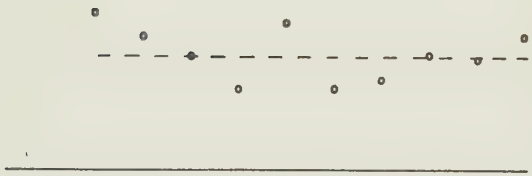
+/- 0,7‰



Silberamalgam

30,4 ≙ +0,62‰

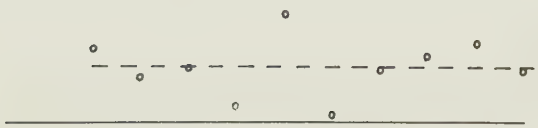
+/- 0,6‰



MOLDAROC

29,2 ≙ +0,31‰

+/- 0,7‰

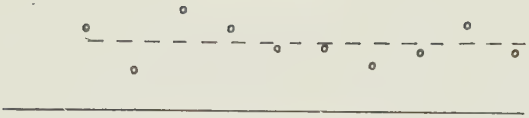


XANTYGEN

GALLE'

29,5 ≙ +0,39 %

+/- 0,4 %



DIAMOND DIE

27,1 ≙ -0,24 %

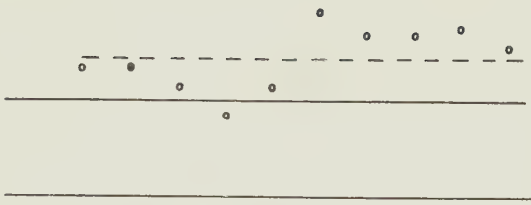
+/- 1,1 %

XIRUX

RUWAREX

28,9 ≙ +0,23%

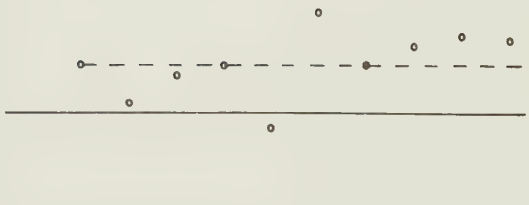
+/- 0,7%



Verkupferung

29,0 ≙ +0,26%

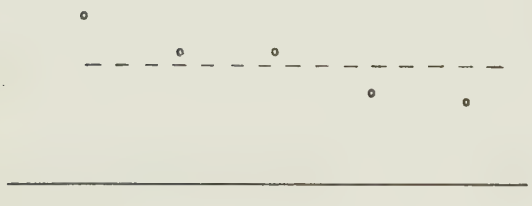
+/- 0,8%



MOLDAROC

30,5 ≙ +0,65%

+/- 1,1%

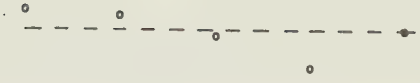


XIRUX

GALLE'

30,1≙+0,55%

+/-0,7%



DIAMOND DIE

28,6≙+0,16%

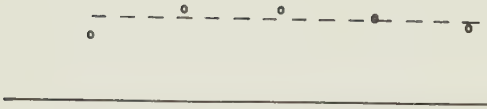
+/-0,6%

KERR

RUWAREX

29,8 ≙ +0,47 %

+/- 0,4 %



Verkupferung

29,4 ≙ +0,36 %

+/- 0,5 %

DE TREY

29,2 ≙ + 0,31 %

+/- 1,1 %

KERR

Kupferamalgam

29,8 ≙ +0,47 ‰

+/- 0,9 ‰

Silberamalgam

30,6 ≙ +0,68 ‰

+/- 0,4 ‰

MOLDAROC

30,3 ≙ +0,60 ‰

+/- 0,4 ‰

KERR

GALLE'

30,2 ≙ +0,57 ‰

+/- 0,6 ‰

DIAMOND DIE

27,9 ≙ -0,03 ‰

+/- 1,1 ‰

LASTIC 55

RUWAREX

28,6 ≙ +0,16 %

+/- 0,9 %

Verkupferung

28,8 ≙ +0,21 %

+/- 1,7 %

MOLDAROC

31,5 ≙ +0,91 %

+/- 0,4 %

LASTIC 55

GALLE'

31,7 ≙ +0,96 %

+/- 0,6 %

DIAMOND DIE

29,7 ≙ +0,44 %

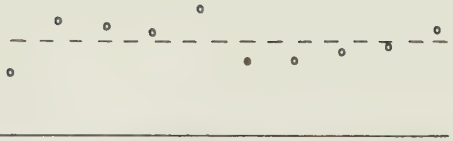
+/- 0,9 %

GALLE'

RUWAREX

30,0 ≙ +0,52 %

+/- 0,5 %



Verkupferung

30,6 ≙ +0,68 %

+/- 0,8 %

MOLDAROC

31,8 ≙ +0,99 %

+/- 0,5 %

GALLE'

GALLE'

32,1 ≙ +1,07 ‰

+/- 0,9 ‰

DIAMOND DIE

30,9 ≙ +0,75 ‰

+/- 1,2 ‰

Abdruckmaterial

Modellmaterial

_ $\bar{1}$ in Skt.

_ m.F.

–

–

– 28 Skt.

–

Modellmaterial

_ $\bar{1}$ in Skt.

_ m.F.

–

–

– 28 Skt.

–

Modellmaterial

_ $\bar{1}$ in Skt.

_ m.F.

–

–

– 28 Skt.

–

L e b e n s l a u f

Als Sohn des Zahnarztes Dr. Engelbert Meisner und seiner Frau, Apothekerin Marga Meisner, geb. Tremel, wurde ich am 27.7.1937 in Vordergeiersberg, Gemeinde Oberwarmensteinach, geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in Höchstadt/Aisch war ich im Alten Gymnasium Bamberg. Das Abitur legte ich am 15.7.1959 am Gymnasium mit Oberrealschule in Lohr/Main ab.

Mit dem Wintersemester 1959/60 begann ich an der Friedrich - Alexander - Universität Erlangen - Nürnberg mit dem Studium der Zahnheilkunde.

Die zahnärztliche Vorprüfung legte ich in Erlangen am 15.5.1962 mit dem Gesamturteil "gut" ab.

Die Bestallung als Zahnarzt erhielt ich am 24.3.1965, nachdem ich die zahnärztliche Prüfung am 15.3.1965 mit dem Gesamtergebnis "gut" an der Friedrich - Alexander - Universität Erlangen - Nürnberg abgelegt hatte.

Seit Juni 1965 bin ich als Zahnarzt in Füssen am Lech tätig.

Offset+Fotodruck
- W. Hogl, Erlangen, Brüxer Straße 9, (Nähe Röthelheimbad) Telefon 15336 -

Offset - Fotodruck
- W. Hogl, Erlangen, Brüxer Straße 9, (Nähe Röthelheimbad) Telefon 15336 -